



**SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL
CAMPO MOURÃO/PARANÁ**

**ENERGIA RENOVÁVEL: UMA APLICAÇÃO DE GERAÇÃO DE ENERGIA
SOLAR OFF GRID**

**ADRIANO VIXIATE
ALLAN GUSTAVO GUIMARÃES
ALISSON CAETANO
CELSO OSCAR ODILON
DINORI DOS SANTOS AMARAL
JONAS HENRIQUE MOURA DE LIMA
MATHEUS EMANUEL DE ARAUJO
PEDRO HENRIQUE VOIDELO
RODRIGO SALUSTIANO MACHADO
RODRIGO FERREIRA SONTAK**

**CAMPO MOURÃO
2017**

**SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL
CAMPO MOURÃO/PARANÁ**

**ENERGIA RENOVÁVEL: UMA APLICAÇÃO DE GERAÇÃO DE ENERGIA
SOLAR OFF GRID**

Trabalho de situação de aprendizagem apresentado ao SENAÍ, como um dos requisitos para a obtenção de conclusão de módulo.

Orientador(a): Leandro Romero

**CAMPO MOURÃO
2017**

RESUMO

O propósito desta situação de aprendizagem é aplicar parte dos conhecimentos adquiridos durante o curso técnico a partir da geração de energia elétrica a partir do sol. Foram pesquisadas técnicas e obtidos recursos materiais junto a unidade SENAI de Campo Mourão, assim como recebido sugestões e apoio técnico de professores e estudantes de outros cursos técnicos. Ao fim foi construído com PVC, LED, inversor, reguladores de tensão, baterias e ferragens um poste sustentável e de baixo custo alimentado por placas fotovoltaicas. Junto a isso dimensionou-se um sistema fotovoltaico capaz de alimentar duas luminárias e um televisor no modo *off grid* (desconectado da rede de distribuição da concessionária local).

Palavras chaves: Sustentabilidade, Energia solar, Fotovoltaico, Microgeração, *Off Grid*

AGRADECIMENTOS

Ao professor orientador, braço amigo de todas as etapas deste trabalho.

A nossas famílias, pela confiança e motivação.

Aos amigos e colegas, pela força e pela vibração em relação a esta jornada.

Aos professores e colegas de curso, pois juntos trilhamos uma etapa importante de nossas vidas.

Ao Felipe, aluno do curso técnico em eletrotécnico por construir um controlador de carga utilizado nesta situação de aprendizagem.

A todos que, com boa intenção, colaboraram para a realização e finalização deste trabalho.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. FORMULAÇÃO DO PROBLEMA.....	7
3. JUSTIFICATIVA.....	7
4. METODOLOGIA	8
5. OBJETIVO GERAL.....	10
6. CRONOGRAMA	10
7.1 Energia solar.....	13
7.1.1 Energia solar <i>On Grid</i> e <i>Off Grid</i>	14
7.1.2 Comparativo entre os sistemas <i>off grid</i> e <i>um grid</i>	15
7.1.3 Componentes do Sistema de Geração Solar <i>off Grid</i>	16
7.1.3.1 Painel solar.....	16
7.1.3.2 Inversor Solar	17
7.1.3.3 Controlador de carga.....	19
7.1.3.4 Banco de baterias	19
7.1.4 - Princípios de uma instalação fotovoltaica <i>On Grid</i>	20
8 – EXECUÇÃO DA ATIVIDADE PRÁTICA PROPOSTA.....	22
9. CONCLUSÃO	25
10. REFERÊNCIAS.....	26
ANEXOS	27
Anexo I – Apresentação da situação de aprendizagem.....	28
Anexo II - Princípios de uma instalação fotovoltaica.....	31

1. INTRODUÇÃO

O Brasil vive hoje um cenário repleto de desafios. Em meio a corrupção, crise de confiança nas instituições, preços altos, burocracia e baixa competitividade das empresas nacionais frente ao mercado externo é essencial buscar alternativas para minimizar os impactos desse cenário perturbador.

A geração própria de energia é uma alternativa cada vez mais viável para indústrias e empresas de médio e grande porte principalmente. Nesse momento aquela clássica música de Jorge Ben Jor “Moro num país tropical” faz todo sentido. Justamente as características tropicais do país permite que o Sol seja abundante na maior parte do ano na maior parte do território nacional.

Neste sentido, o propósito desta situação de aprendizagem é o de elaborar um projeto de geração solar isolada do sistema de distribuição da concessionária. Foram definidos os materiais e métodos para execução os quais serão descritos no decorrer desta situação de aprendizagem.

2. FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

A proposta definida para execução da situação de aprendizagem foi a instalação de placas fotovoltaicas com geração de energia de forma isolada da rede de distribuição da concessionária COPEL (geração *off grid*).

Desafio: Desenvolver o projeto e executar o serviço.

Resultados/ Entregas esperados: A partir dos recursos, instrumentos, especificações técnicas e legislação pertinente, você deverá elaborar e apresentar um relatório, contendo:

- Dimensionamento dos componentes utilizados;
- Especificação de equipamentos e ferramentas;
- Procedimentos de testes;
- Especificações da norma ABNT NBR 5410;
- Especificação da norma NR 10 – Segurança em Instalações e serviços de eletricidade.

3. JUSTIFICATIVA

O futuro da humanidade depende de formas conscientes e sustentáveis de produzir e viver. Diante disso, o desenvolvimento de tecnologias envolvendo fontes renováveis ganha cada vez mais importância. O conceito de energia renovável está ligado a fontes naturais que se renovam/regeneram e não se esgotam. Outra característica importante é que geralmente causam pequenos impactos ao meio ambiente. São exemplos deste tipo de fonte as eólicas, solar, termal e hidráulica.

Diante de tais desafios a proposta desta situação de aprendizagem é justamente a de colocar a teoria em prática. No Brasil o modo mais comum de geração distribuída é a advinda do Sol (fotovoltaica). Por esse motivo, a situação de aprendizagem proposta vai se ater a este modo de geração na modalidade Off Grid que será detalhada nas próximas páginas.

4. METODOLOGIA

Com base em pesquisas bibliográficas e orientação prática em sala de aula foi elaborado e executado um projeto elétrico de geração distribuída off grid (desligado da rede da concessionária). A primeira parte do levantamento consistiu na escolha do local e posteriormente a elaboração da declaração de carga a ser utilizada na edificação. Inicialmente foi escolhido uma sala do colégio SESI/SENAI- Unidade de Campo Mourão, onde após levantamento de carga chegou-se a conclusão que a demanda necessária de energia para sustentar as atividades exercidas no local era de 300 W (Um televisor e iluminação interna).

Posteriormente, houve mudança no projeto para algo mais simples de se demonstrar. Foi feito um suporte para duas placas fotovoltaicas de 50W (com bateria, inversor e controlador de carga) e um poste sustentável feito de PVC, placa solar, bateria, lâmpada e controlador de carga. O resultado desta etapa foi a elaboração da lista de materiais disposta na **Tabela 1**. Ao fim da execução, toda estrutura foi instalada ao lado do Bloco B6 do colégio SESI/SENAI – Unidade Campo Mourão conforme **Figura 1**.



Figura 1 – Em destaque circulado em vermelho a localização do Bloco B6 do Colégio SESI/SENAI- Campo Mourão. Foto: Google Maps, 2017

Tabela 1 – Lista de materiais utilizados no suporte de placa solar e poste

Quantidade	Descrição dos materiais usados
1 un.	Cola de cano
1 un.	Soprador
1 un.	Tinta
1 un.	Spray para pintura
1 pcte	Abraçadeira de Nylon preta
1un.	Fita isolante
Quantidade	Descrição dos materiais usados no suporte da placa
10 metros	Cabos 2,5 mm cor preto e vermelho
2 un.	Placas fotovoltaicas Modelo SSA 50W-12
10 m	Cano PVC 32mm
16 un.	Cano PVC em formato de T 32mm
4 un.	Cano PVC em formato de curva 32 mm
1 un.	Bateria 700 ^a
1 un.	Inversor de frequência para até 1000 W
1 un.	Controlador de carga 10 ^a
1 un.	Lâmpadas de LED
1 un.	Quadro de painel elétrico
1 un.	Disjuntor bifásico de 50 A
1 un.	Disjuntor monofásico de 50 A
Quantidade	Descrição dos materiais usados no Poste
5 metros	Cabos 2,5 mm cor preto e vermelho
1 un.	Placa fotovoltaica pequena 5W – Modelo KS 5T
1 un.	Lâmpada 127V convertida para 12V pelo Allan Guimarães (SENAI- Campo Mourão)
5 metros	Cano PVC 32mm
6 un.	Cano PVC em formato de T 32mm
5 un.	Cano PVC em formato de curva 32 mm
1 un.	Bateria
1 un.	Interruptor e caixa
1 un.	Controlador de carga construído pelo Felipe (SESI/SENAI- Campo Mourão)

Nos próximos subtópicos serão detalhadas informações gerais sobre os componentes listados acima (forma de funcionamento, função e características) assim como detalhada a execução do projeto.

5. OBJETIVO GERAL

Elaborar e executar um projeto de geração fotovoltaica *off grid* (não ligado a rede de distribuição da concessionária de energia elétrica)

6. CRONOGRAMA

<i>Atividade desenvolvida</i>	<i>Setembro 2017</i>	<i>Outubro 2017</i>	<i>Novembro 2017</i>
<i>Levantamento de referências</i>	X	X	X
<i>Revisão bibliográfica</i>		X	X
<i>Pesquisa de campo/ Projeto</i>			X
<i>Execução do projeto</i>			X
<i>Análise dos dados</i>			X
<i>Conclusão e entrega</i>			X

7. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA ACERCA DE ENERGIAS RENOVÁVEIS

Atualmente existem várias discussões acerca do futuro da humanidade. Os seres humanos chegaram a marca de 7 bilhões de pessoas no início do século XXI e, para suprir as necessidades da sociedade é fundamental buscar novas formas de se produzir e se consumir. Um dos pilares do desenvolvimento das sociedades é a busca por fontes de energia que atendam a estas necessidades.

O petróleo e combustíveis fósseis, antes considerados inesgotáveis e quase que insubstituíveis vem tendo suas reservas cada vez mais reduzidas e com isso abriu-se a necessidade de novas fontes que não se esgotassem com a mesma velocidade. Além do problema relacionado às reservas disponíveis, existem problemas ambientais graves decorrentes do uso de recursos não renováveis (poluição, lixo nuclear e outros). A figura 2 demonstra os tipos mais conhecidos de energia renovável e não renovável existente atualmente.

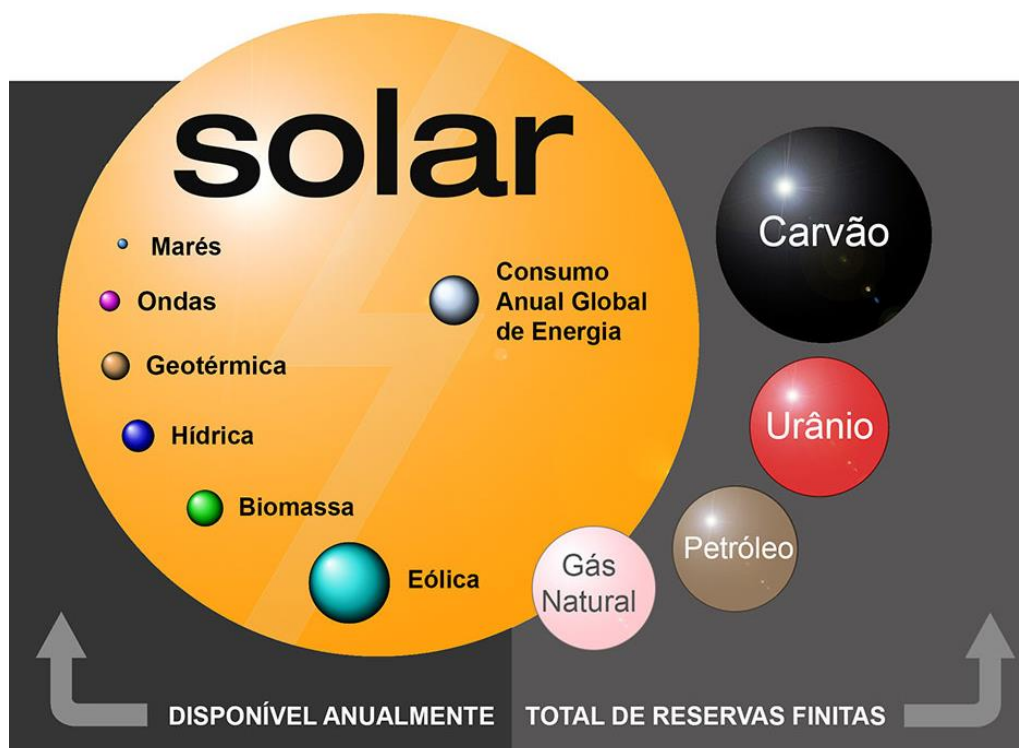


Figura 2 – Fontes renováveis e não renováveis. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/o-que-e-energia-solar-.html>. Acesso em: 01 nov. 2017

Neste contexto entram as fontes chamadas ‘renováveis’, que como o próprio nome indica, são fontes de energia que são capazes de se renovar em uma escala de tempo humana. Isso inclui a energia solar, calor geotérmica, energia eólica, energia das marés, energia hídrica (água), e várias formas de bioenergia (biomassa). Estas energias renováveis não podem ser esgotadas e são constantemente renovadas. A tabela abaixo mostra resumidamente as fontes renováveis.

Tabela 2 – Fontes de energia renovável

Tipo	Características
Solar	Proveniente do Sol Vantagens: baixo custo de manutenção dos equipamentos e baixíssimo impacto ao meio ambiente. Desvantagens: alto custo dos equipamentos e geração de energia somente quando há luz solar.
Eólica	Proveniente dos ventos. Vantagens: baixíssimo impacto ambiental e geração de poucos resíduos. Desvantagens: a estrutura para geração de energia eólica deve ser instalada em locais amplos e com boa incidência de ventos
Hidráulica	Proveniente dos rios Vantagens: não ocorre poluição da água, baixíssima emissão de gases do efeito estufa. Desvantagens: a construção de uma usina hidrelétrica gera alto impacto ambiental, alagando regiões e fazendo com que haja deslocamento da

	população local.
Biomassa	Obtém-se por meio de matéria orgânica (palha de trigo, soja e outros) Vantagens: uso de partes dos vegetais que são descartados, a planta retira o CO2 do ar. Desvantagens: geração de energia apenas na época da safra.
Heliotérmica	Transforma a irradiação solar em energia térmica e depois em elétrica
Geotérmica	Obtém-se do calor interno da Terra. Vantagens: pouca produção de resíduos, ausência de ruídos externos; baixa emissão de gases do efeito estufa e área utilizada ocupa pequeno espaço. Desvantagens: pode ser obtida em locais restritos, elevado custo dos equipamentos.
Maremotriz	Proveniente das ondas dos mares e oceanos
Osmótica	Também chamada de energia azul. É gerada a partir da diferença de concentração de sal entre as águas dos oceanos e de um rio

Apesar de existir uma diversidade de fontes de energias renováveis, a maior parte da energia consumida no planeta vem de fontes não renováveis (principalmente combustíveis fósseis como o petróleo, gás natural e carvão mineral). A tabela abaixo apresenta a evolução da matriz energética mundial de 1973 a 2010.

Tabela 3 - Consumo de energia por fonte no Mundo

Fonte	1973	2010
Derivados de petróleo	48,1 %	41,2 %
Eletricidade	9,4 %	17,7 %
Gás natural	14 %	15,2 %
Carvão	13,7 %	9,8 %
Biomassa	13,2 %	12,7 %
Outras (geotérmica, solar, eólica e térmica)	1,6 %	3,4 %
Total em MTEP (milhões de toneladas equivalentes de petróleo)	4.674	8.677

Retirado de <https://goo.gl/M8RZmh> Acesso em: 23 nov. 2017

Tabela 4 - Consumo de energia por tipo no mundo

Tipo	1973	2010
Renováveis	24,2 %	33,8 %
Não renováveis	75,8 %	66,2 %

Fonte: Agência Internacional de Energia. Retirado de <https://goo.gl/M8RZmh> Acesso em: 23 nov. 2017

Apesar da redução aparente do uso de fontes não renováveis ela ainda representa mais da metade do consumo mundial. O maior desafio é a redução do uso de combustíveis fósseis no setor de transporte e aquecimento. No caso brasileiro, no entanto, a realidade é totalmente diferente. Um dos pontos que

favorece esse desenvolvimento é a abundância de recursos naturais tais como os rios, ventos e luz solar entre vários outros. Grande parte da matriz energética brasileira é renovável (mais de 40%). Quando levado em consideração somente a geração de eletricidade chega-se a quase 70%, principalmente devido às hidrelétricas. Apesar disso, tem muito ainda para ser desenvolvido, principalmente no desenvolvimento de tecnologias nacionais de qualidade que auxiliem no melhor aproveitamento destes recursos.

7.1 Energia solar

Energia solar é a energia proveniente da luz e do calor do Sol que é aproveitada e utilizada por meio de diferentes tecnologias, principalmente como o aquecimento solar, energia solar fotovoltaica, energia heliotérmica e arquitetura solar. A energia solar é considerada uma fonte de energia renovável e sustentável. Os dois tipos mais comuns de geração a partir do Sol são a solar térmica e a fotovoltaica:

- Solar térmica: São sistemas de energia renovável que convertem o calor da luz solar em energia térmica. A maioria dos sistemas solares térmicos utilizam a energia solar para aquecimento de água (como o aquecedor solar). No entanto, esta energia limpa e sustentável pode ser utilizada para acionar um ciclo de refrigeração para proporcionar arrefecimento. O calor também pode ser utilizado para produzir vapor, que pode então ser utilizado para gerar energia elétrica utilizando turbinas.
- Fotovoltaica: A energia solar fotovoltaica, fonte de energia renovável, converte a luz solar diretamente em eletricidade usando células fotovoltaicas. Sistemas fotovoltaicos podem ser instalados em telhados para produzir a energia para o auto consumo, em regiões isoladas e até mesmo em veículos elétricos como barcos e carros movidos a energia solar. A energia solar fotovoltaica também é utilizada em grandes centrais fotovoltaicas para gerar energia limpa para milhares de consumidores.

Em 2017 estima-se que a geração solar represente 2% da geração na matriz energética brasileira segundo o pesquisador José Goldemberg em entrevista recente ao Jornal da USP. No caso específico desta situação de aprendizagem optou-se pelo segundo modelo (fotovoltaico), por ser o mais popularizado no estado do Paraná. Em ambos os casos as principais vantagens estão relacionadas à preservação do meio ambiente (redução da dependência de combustíveis fósseis) e economia principalmente no longo prazo (geração distribuída com consequente redução da conta de energia elétrica). Nos próximos tópicos serão detalhados os componentes de um sistema fotovoltaico no sistema *on grid* e *off grid*

7.1.1 Energia solar *On Grid* e *Off Grid*

Existem dois tipos básicos de sistemas fotovoltaicos: sistemas conectados à rede (*On Grid*) e sistemas isolados (*Off Grid*). Os sistemas *On Grid* são conectados à rede elétrica, por isso, sempre que houver excedente de energia gerada pela luz solar, a mesma é armazenada na rede elétrica, gerando descontos na sua conta independentemente do período do dia. Se a energia gerada não for suficiente, a rede elétrica compensa o que faltar. No fim das contas, você paga para a distribuidora a energia consumida da rede elétrica menos o que foi produzido por você (um sistema de compensação).



Figura 3 . Geração *on Grid*. Disponível em: < <https://www.enelsolucoes.com.br/blog/2016/06/energia-solar-tipos-de-sistema-on-grid-e-off-grid/> > Acesso em 23 nov. 2017

Os sistemas isolados ou *Off Grid*, por outro lado, são caracterizados por não estarem conectados à rede de distribuição da concessionária. Esse sistema é utilizado para uso local e específico, abastecendo diretamente os aparelhos que utilizarão a energia. Esta solução é bastante utilizada em locais remotos que não possuem ligação com distribuidoras de energia. Aqui, a energia produzida é armazenada em baterias e não na rede elétrica, essas baterias garantem o abastecimento em períodos sem sol.



Figura 4 . Geração off Grid. Disponível em: < <https://www.enelsolucoes.com.br/blog/2016/06/energia-solar-tipos-de-sistema-on-grid-e-off-grid/> > Acesso em 23 nov. 2017

São compostos por painéis solares, cabos e estrutura de suporte, que compõem juntos o bloco de geração de energia; inversores e controladores de carga, que formam o bloco de condicionamento de potência; e as baterias.

7.1.2 Comparativo entre os sistemas *off grid* e *um grid*

Os sistemas conectados têm uma grande vantagem com relação aos sistemas isolados por não utilizarem baterias e controladores de carga. Isso os torna cerca de 30% mais eficientes e também garante que toda a energia seja utilizada, ou localmente ou em outro ponto da rede. No entanto, em sistemas *Off Grid*, há o uso

de baterias que podem armazenar o excedente energético. Porém, este sistema não é recomendável para áreas urbanas e, se o objetivo final é obter descontos na conta de energia, o sistema conectado à rede é mais indicado.

7.1.3 Componentes do Sistema de Geração Solar *off Grid*

7.1.3.1 Painel solar

Quando for adquirir um painel devem ser considerados a garantia, suas funcionalidades, potência, qualidade, custo e coeficiente de temperatura. Tais itens impactam e/ou dão uma ideia da qualidade e durabilidade do painel fotovoltaico. Quase 80% dos painéis fotovoltaicos no mundo hoje são baseados em alguma variação de silício. O silício usado em painéis solares assume muitas formas. A principal diferença é a pureza dele. Quanto mais perfeitamente alinhadas estiverem as moléculas de silício, melhor a célula solar será na conversão de luz solar em energia elétrica.

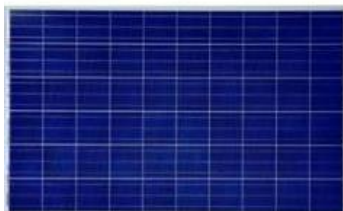


Figura 5. Placa solar. Disponível em: < <https://www.portalsolar.com.br/tipos-de-painel-solar-fotovoltaico.html>> Acesso em 20 nov. 2017

A eficiência de painéis solares “anda de mãos dadas” com a pureza do Silício (Si). Mas os processos utilizados para melhorar a pureza do silício e o tratamento dele são caros e impactam diretamente no preço do painel solar (45% do custo de um painel solar convencional de tecnologia de silício cristalino é o silício bruto purificado e tratado).

Outro tipo de painel solar é a orgânica. Ela é um tipo de célula solar de polímero que usa a eletrônica orgânica, um ramo da eletrônica que lida com polímeros orgânicos condutores ou pequenas moléculas orgânicas, para absorção de luz e transporte de carga para a produção de eletricidade a partir da luz solar pelo efeito fotovoltaico.

Um terceiro modelo de painel que vem sendo usado no mundo para aplicações menores é o painel Solar de Silício Amorfo (a-Si). Muito utilizados para calculadoras de bolso vem sendo feitas pesquisas para torná-la mais eficientes para escalas maiores.

7.1.3.2 Inversor Solar

O Inversor solar é um equipamento desenvolvido para converter a energia gerada pelos painéis solares em corrente contínua (CC) em corrente alternada (CA). A corrente alternada é a que usamos em nossas casas e empresas. O inversor solar é fundamental para se possa usar a energia fotovoltaica para alimentar os utensílios elétricos do dia-a-dia. Em residências, o inversor solar é tipicamente instalado perto do quadro de luz, em um local abrigado do sol, do calor e da água. Em mini-usinas (mini-geração distribuída) Comerciais e Industriais pode-se construir uma sala somente para eles, pois estes inversores são maiores e ocupam mais espaço físico.



Figura 6. Inversor solar *on grid/ grid tie*. Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/o-inversor-solar.html>> Acesso em 01 nov. 2017

O tipo de inversor solar mais utilizado é conhecido como "inversor *grid tie*", esses são os inversores utilizados para conectar o seu sistema fotovoltaico de energia solar na rede elétrica. Porém além dele existe também o inversor *Off Grid* (para geração isolada do sistema de distribuição da concessionária) e o micro inversor (projetado para operar um único painel solar, estabilizando a energia em cada componente). O papel principal do inversor solar no sistema é inverter a energia elétrica gerada pelo painel solar, de corrente contínua (CC) para corrente alternada (CA). O Seu papel secundário é garantir a segurança do sistema fotovoltaico e gerar dados da geração de energia para o monitoramento do desempenho do seu sistema. Abaixo seguem algumas considerações acerca da escolha do inversor ideal para sua instalação:

- Antes de escolher um inversor, veja qual a necessidade de transformação de CC em CA. Analise o espaço físico para instalação dos painéis e a quantidade de equipamentos elétricos que serão ligados no sistema (potência em Watts);
- Caso seja ligado *on grid*, deve ser visto com a concessionária local (COPEL) se o inversor está homologado. No Paraná somente são liberados na área de concessão da distribuidora COPEL os inversores já homologados;
- Caso seja *off grid*, procure escolher inversores homologados pelo Inmetro;
- Considere o grau de Proteção contra água e poeira (IP) do Inversor Solar: apresentado na norma NBR IEC 60529. Isso é muito importante se seu inversor solar for instalado em local aberto, existem diversos graus de proteção, o aconselhável, para locais abertos é a partir de IP 55;
- Eficiência do Inversor Solar: A eficiência do seu inversor é medida em %, indicando o quão eficiente este inversor é. A eficiência de um inversor solar para sistemas conectados a rede varia, sendo 94% a eficiência mínima aceitável. Quanto mais alta a eficiência do inversor solar melhor;
- Veja se tem conexão do Inversor Solar ao seu computador/ celular: Facilita o monitoramento e permite ver os resultados do uso do sistema de microgeração;
- Garantia do Inversor Solar: O mais importante é que este inversor solar tenha uma garantia nacional e que seja de uma empresa com reputação comprovada. Procure saber do seu instalador qual é o procedimento caso o Inversor Solar apresente algum problema;
- Inversor Solar com Duplo Rastreamento (Dual MPPT): O duplo rastreamento é como se existissem dois inversores solares dentro de um só, ele permite que você tenha no mesmo sistema painéis voltados para dois lados diferentes;

7.1.3.3 Controlador de carga

É o responsável pela duração da vida útil dos bancos de baterias. A função do regulador de carga, é a de proteger as baterias de serem sobrecarregadas, ou descarregadas profundamente, e assim garantir, que toda a energia produzida pelos painéis fotovoltaicos seja armazenada com maior eficácia nas baterias.

Os controladores de carga possuem uma série de dispositivos que informam permanentemente sobre o estado de carga do sistema e alertam o utilizador para que este possa adaptar a instalação às suas necessidades particulares, aumentando assim o tempo de vida útil das baterias.



Figura 7. Regulador de carga. Disponível em: <https://www.portal-energia.com/controlador-carga-sistema-solar/> Acesso em: 25 nov. 2017

Os reguladores de carga, utilizam-se principalmente em sistemas isolados da rede, ou seja autônomos, compostos por módulos fotovoltaicos, ligados a um regulador, que por sua vez está ligado a baterias para alimentação.

Os reguladores de carga devem ser selecionados tendo em atenção as características do sistema fotovoltaico utilizado e as características de tensão e corrente envolvidas no sistema solar fotovoltaico.

7.1.3.4 Banco de baterias

Usado em sistemas de geração *off grid*, os bancos de baterias devem ser dimensionados considerando o tempo em que o (s) equipamento (s) elétrico (s) será (ão) operado (s) sem que existe geração (períodos sem sol). Com base no consumo diário pode-se dimensionar então o banco de baterias de acordo com a quantidade de dias em que o sistema continuará operando mesmo sem sol (dias de *back up*). Por exemplo, se desejarmos 2 dias de back-up, fazemos da seguinte forma:

- Primeiro encontramos a quantidade do fluxo de corrente diário, dividindo o consumo de energia diário pela tensão do banco de baterias, neste caso 12Vcc, que resulta em 391Ah/dia.
- Em seguida multiplica-se o fluxo de corrente pela quantidade de dias de back-up, de 2 dias, que resulta em 782Ah.
- Para manter a vida útil das baterias, conforme indicação do fabricante, considera-se o limite de descarga máxima de até 70% da carga da bateria. Então, tomamos a capacidade de fluxo corrente necessária e dividimos por 70% para encontrar a capacidade nominal do banco de baterias necessário.
- Assim, a capacidade conjunta do banco de baterias deve ser de 1.117 Ah, deve-se adquirir, portanto, baterias que somem ao todo capacidade superior a 1117 Ah.

Para facilitar o dimensionamento do conjunto fotovoltaico, é possível encontrar no mercado Kits de Energia Solar *Off-grid* já completos, incluindo todos os equipamentos necessários que você precisa para gerar a sua energia solar residencial *off-grid*.

7.1.4 - Princípios de uma instalação fotovoltaica *On Grid*

- 1- O primeiro passo é entre a empresa e o cliente onde o cliente apresenta sua fatura de energia para a empresa que a partir daí se faz um cálculo onde se sabe a quantidade de painéis solares que irá usar e a potência do inversor.
- 2- A partir daí um técnico irá visitar a indústria ou residência para checar se é possível atender aquela necessidade do cliente. É visto nessa visita técnica o tamanho do telhado para ver se é possível instalar os painéis é visto também a instalação elétrica se esta de acordo ou seja bem dimensionado, e visto também o medidor e o disjuntor geral a amperagem para se fazer os projetos. É visto também o QGBT do lugar e um detalhe muito importante se o telhado está virado para o norte pois o lado norte é o melhor lado pois tem uma melhor qualidade de radiação solar.
- 3- Depois do ok do técnico tem outra reunião entre a empresa e o cliente para acertar valores e forma de pagamento.
- 4- Cliente se entendeu com a empresa daí começamos a fazer o projeto.

- 5- O que precisa para a Copel aprovar o projeto.
- 6- Precisa de um Memorial descritivo contendo e explicando passo a passo da instalação e informando alguns cálculos e dimensionamento.
- 7- Precisa de uma planta baixa informando onde está o inversor o QGBT e o Medidor.
- 8- Precisa de um diagrama unifilar informando detalhes sobre a instalação dispositivos de proteção e o ponto de conexão entre o inversor e o QGBT.
- 9- Precisa de um projeto indicado onde está localizado os módulos ou seja uma localização dos módulos.
- 10- Precisa de uma ART assinada pelo Técnico ou Engenheiro.
- 11- Precisa ser preenchido um formulário da Copel onde será informado dados do cliente como CPF UC endereço potencia instalada e potencia que ira instalar com os painéis.
- 12- E por fim enviar junto alguns dados em Excel informando dados como UC RG CPF se é trifásico ou bifásico quantos painéis ira ser instalados.
- 13- Projeto pronto e revisado é enviado para analise da Copel onde tem um prazo de 15 dias uteis para ser analisado, apos os 15 dias o projeto sendo aprovado já pode iniciar as instalações.
- 14- Depois de tudo instalado informamos a Copel onde eles tem até 7 dias para vim fazer a vistoria.
- 15- Dia da vistoria eles analisam se esta tudo conforme o projeto que foi enviado para eles e fazem um teste que se chama anti ilhamento onde ele desliga o disjuntor geral com o sistema em pleno o funcionamento, automaticamente o inversor e todo o sistema tem que parar de funcionar garantindo que o gerador não mande energia para a rede da Copel ou seja se não tiver tensão da rede da rua injetada nele para funcionamento ele não ira funcionar.
- 16- Após o teste anti ilhamento tudo ok agora a Copel ira trocar o medidor, e retirado o medidor do cliente e é instalado um medidor chamado de (bidirecional) pois ele mede tanto o consumo quanto a produção de energia do cliente.
- 17- Após a troca do medidor e instalada uma placa no medidor avisando que ali tem uma geração própria.
- 18- Depois de todos estes procedimentos agora sim o cliente já está liberado por leis e pela Copel para a produção da sua própria energia.

8 – EXECUÇÃO DA ATIVIDADE PRÁTICA PROPOSTA

- 1- Primeiramente foi feito o levantamento de carga para se definir o dimensionamento ideal. Para o postinho foi considerado uma lâmpada de 4,28W-12V (corrente contínua- CC). O suporte de PVC com as placas solares foi feito para suportar até 1000W e 7,87 A em 127V (Corrente Alternada-CA).
- 2- Foram adaptadas duas luminárias de LED para redução de consumo e potência mantendo uma boa luminosidade em corrente contínua. Allan retirou a placa de AC/DC. Foi feita a ligação dos LED's em série e paralelo.

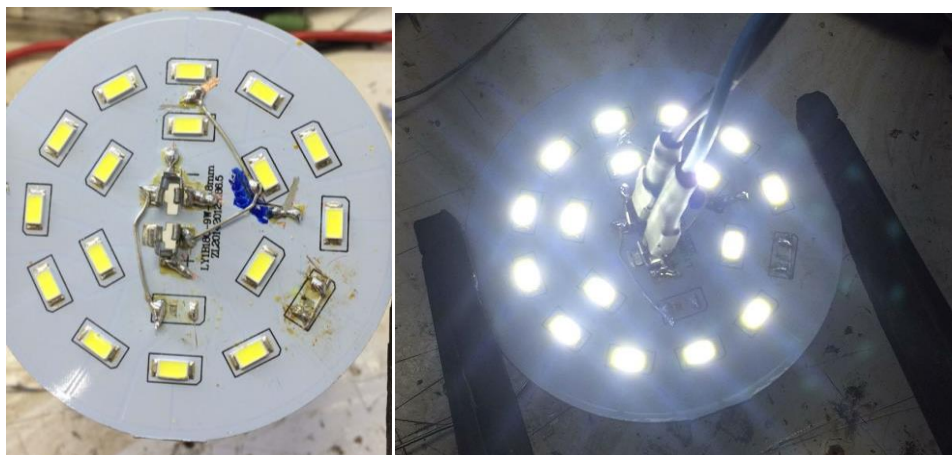


Figura 8. Suporte das placas solares e painel elétrico. Foto: GUIMARAES, Allan, 2017

- 3- Posteriormente foi construído o suporte para as placas fotovoltaicas. Todo o suporte foi feito com cano de PVC posteriormente pintado para ganhar uma melhor aparência.



Figura 9. Suporte das placas solares. Foto: ODILON, Celso, 2017

4- O poste de PVC elaborado teve como base um poste de luz econômico e sustentável feito com LED, PVC e garrafa PET feito por estudantes e engenharia elétrica da Universidade de Brasília (UnB). O poste foi inspirado num modelo de lâmpada desenvolvido pelo mecânico mineiro Alfredo Moser em 2002. A ideia teve repercussão extremamente positiva nos diversos meios de comunicação brasileiros e a tecnologia foi exportada para outros países e regiões carentes.



Figura 10. Repercussão da ideia dos alunos da UnB. Fotos: Reprodução da internet



Figura 11. Suporte das placas solares. Foto: ODILON, Celso, 2017

- 5- Houve o auxílio do aluno Felipe. Ele fez um regulador de tensão que foi posteriormente usado no poste de PVC

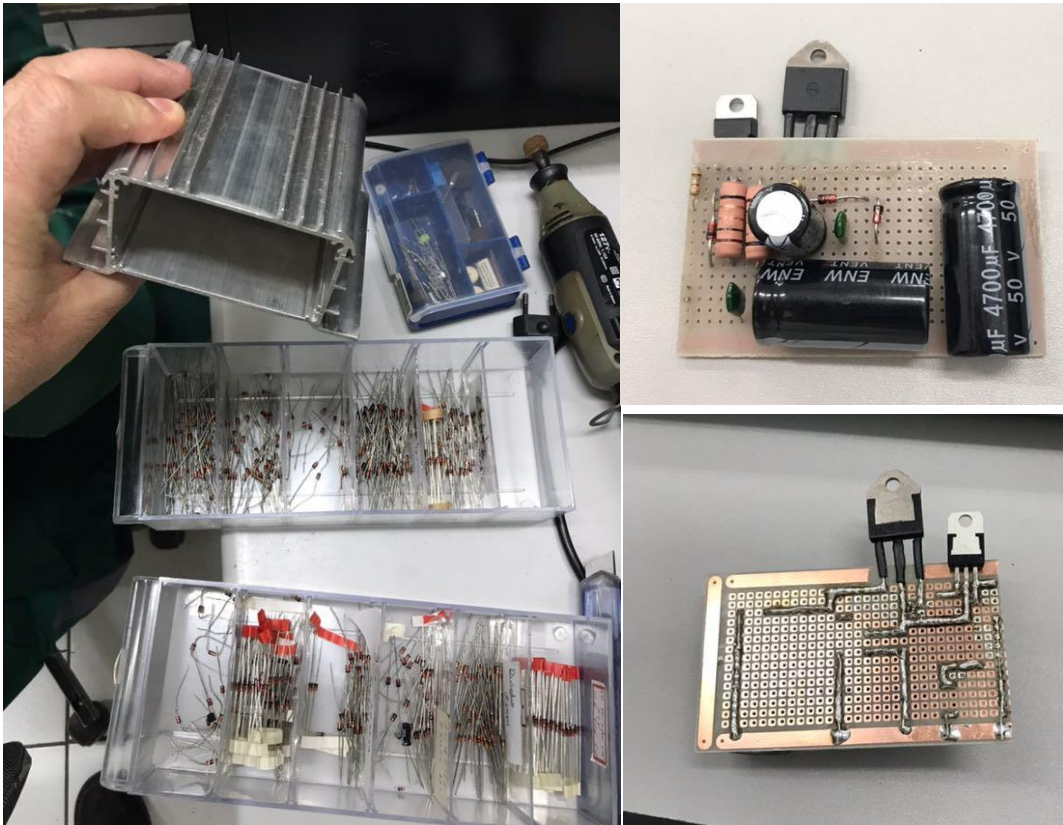


Figura 12. Construção do regulador de tensão. Foto: ROMERO, Leandro, 2017

- 6- Ao fim foi feita a instalação dos equipamentos no quadro do painel elétrico



Figura 13. Suporte das placas solares e painel elétrico. Foto: GUIMARAES, Allan, 2017

9. CONCLUSÃO

Com base em toda pesquisa e aplicação desta situação de aprendizagem foi possível perceber o imenso potencial das energias renováveis no território brasileiro. Um país tropical, com Sol praticamente o ano inteiro, ventos soprando forte em vários cantos, bacias hidrográficas gigantescas, amplas áreas agricultáveis e com potencial para bioenergia. Apesar de todos estes recursos, muito tempo demorou para que o Brasil percebesse e utilizasse desses recursos. Além disso, a tecnologia nacional é extremamente defasada quando comparada à de países desenvolvidos.

Mesmo diante de todas estes problemas, o Brasil é um exemplo para o mundo em uso de fontes renováveis e dá largos saltos para o futuro. Um dos mais importantes avanços nesse sentido foi a possibilidade de geração distribuída regulamentada pela ANEEL. Logicamente ainda falta pesquisa, investimento, desburocratização e vontade política para o desenvolvimento de soluções brasileiras em energia limpa e sustentável, porém os primeiros passos foram dados. Pesquisas nesse sentido deveriam fazer parte não só de cursos técnicos ou universitários, mas também da educação básica. É inadmissível que um país rico de recursos naturais e pessoas criativas se contente em ser mero coadjuvante na história da humanidade.

Esta situação de aprendizagem é resultado dessa percepção tardia da importância da geração de energia a partir de fontes renováveis. Durante a execução desta situação de aprendizagem percebeu-se que os melhores equipamentos para geração de energia solar são importados. Apesar deste entrave, é relativamente simples planejar e executar um projeto de geração solar *off grid*. Para isso, no entanto, é necessário definir os usos e objetivos da geração para não ter desperdício de materiais ou problemas no funcionamento do sistema por erros no dimensionamento. Outro ponto positivo desta situação de aprendizagem foi a percepção de que problemas complexos podem ter soluções simples, baratas e muitas vezes sustentáveis (como foi o caso do poste sustentável).

10. REFERÊNCIAS

A matriz energética mundial. Disponível em < [http://www. Universia enem. com. Br / sistema/faces/pagina/publica/conteudo/texto-html. xhtml? Redirect =304 093182 29553554836995778192](http://www.Universia enem. com. Br / sistema/faces/pagina/publica/conteudo/texto-html. xhtml? Redirect =304 093182 29553554836995778192)> Acesso em 13 Out. 2017

Dicas antes de escolher o seu painel solar fotovoltaico. Disponível em <<http://www.solarbrasil.com.br/blog-da-energia-solar/78-dicas-antes-de-escolher-o-seu-painel-solar-fotovoltaico> > Acesso em 13 Out. 2017

Eletricista Instalador Industrial / SENAI -PR. -- Curitiba, 2004

Energia renovável . Disponível em <<https://www.portalsolar.com.br/blog-solar/energia-renovavel/energia-renovavel.html>> Acesso em 13 Out. 2017

Energia solar deve ganhar relevância na matriz energética. Disponível em: < <http://jornal.usp.br/atualidades/energia-solar-deve-ganhar-relevancia-na-matriz-energetica/> > Acesso em 20 Nov 2017

Fontes renováveis de energia Disponível em <https://www.suapesquisa.com/energia/fontes_renovaveis.htm> Acesso em 13 Out. 2017

O que é Energia Renovável? Disponível em<https://www.suapesquisa.com/o_que_e/energia_renovavel.html> Acesso em 01 Set. 2017

O que é energia Solar? Disponível em < <https://www.portalsolar.com.br/o-que-e-energia-solar-.html>> Acesso em 13 Out. 2017

Portaria n.º 357 em 2014 Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC002145.pdf>> Acesso em 13 Out. 2017


Renováveis devem manter participação de 43% na matriz energética em 2017. Disponível em < http://www.mme.gov.br/web/quest/pagina-inicial/outras-noticias/-/asset_publisher/32hLrOzMKwWb/content/renovaveis-devemmanter-participacao-de-43-na-matriz-energetica-em-2017> Acesso em 13 Out. 2017

Tipos de sistemas fotovoltaicos: on grid e off grid. Disponível em < <https://www.ecycle.com.br/component/content/article/69-energia/3483-sistema-fotovoltaico-painel-solar-estrutura-suporte-inversor-controlador-carga-cabos-baterias-captacao-armazenamento-kit-geracao-energia-eletrica-eletricidade-vantagens-desvantagens-fontes-renovavel-meio-ambiente-sustentavel-onde-comprar.html>> Acesso em 13 Out. 2017

Tudo sobre energia solar: Tipos de sistema (on grid e off Grid). Disponível em <<http://www.ensolucoes.com.br/blog/2016/06/energia-solar-tipos-de-sistema-on-grid-e-off-grid/>> Acesso em 13 Out. 2017

ANEXOS

Anexo I – Apresentação da situação de aprendizagem



Energia Renovável: uma aplicação de geração de energia solar *off grid*

Adriano Vixiate
 Allan Gustavo
 Alisson Caetano
 Celso Oscar
 Dinori Santos
 Jonas Henrique
 Matheus Araujo
 Pedro Henrique
 Rodrigo Salustiano
 Rodrigo Sontak

Situação Proposta

- Pesquisar sobre energia renovável
- Escolher um tipo de energia
- Explicar o uso e funcionamento

Cronograma

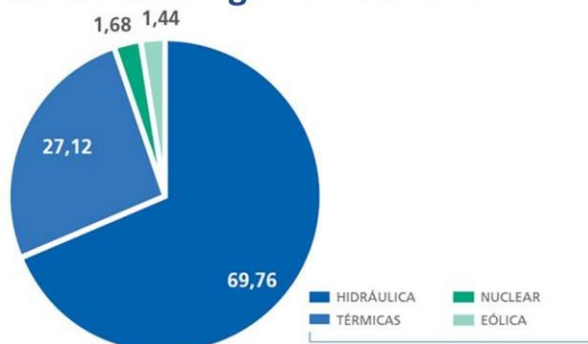
Atividade desenvolvida	Setembro 2017	Outubro 2017	Novembro 2017
Levantamento de referências	X	X	X
Revisão bibliográfica		X	X
Pesquisa de campo/ Projeto			X
Execução do projeto			X
Análise dos dados			X
Conclusão e entrega			X

Matriz energética no mundo

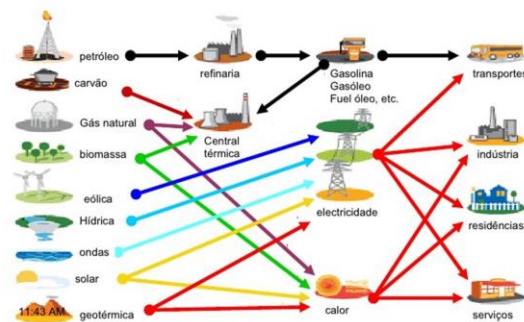


RIBEIRO, Amaralina "O que é matriz energética?". Brasil Escola. Disponível em <<http://brasilescola.uol.com.br/o-que-e-a-geografia-o-que-e-matriz-energetica.htm>>. Acesso em 23 de novembro de 2017.

Matriz energética brasileira



Ciclo da energia



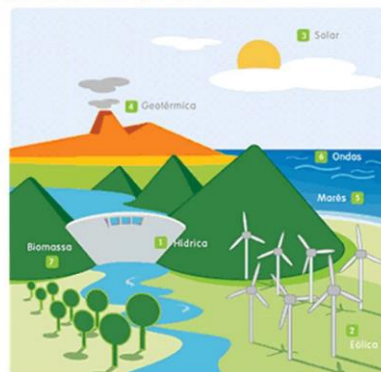
Energias renováveis



Energia que é obtida de fontes naturais capazes de se regenerar, ao contrário dos recursos não-renováveis



Fontes renováveis



O que é energia solar?



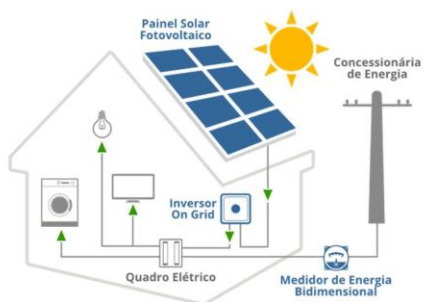
Energia solar é a energia proveniente da luz e do calor do Sol que é aproveitada e utilizada por meio de diferentes tecnologias, principalmente como o aquecimento solar



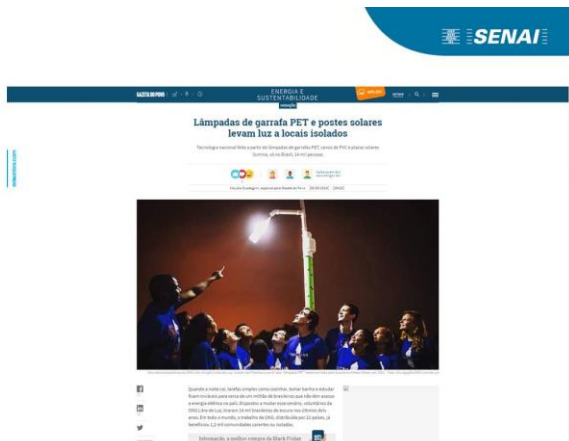
Geração Off grid



Geração on Grid



Como foi executado?



Poste



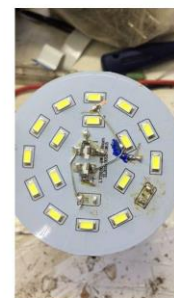
Suporte e placa



Montagem



Lâmpada



Conclusão

- Potencial brasileiro em geração com fontes renováveis
- Pouco incentivo à pesquisa e inovação
- Aprendizado prático com a execução da situação de aprendizagem

Muito obrigado!

Anexo II - Princípios de uma instalação fotovoltaica



1º Ver a fatura de energia

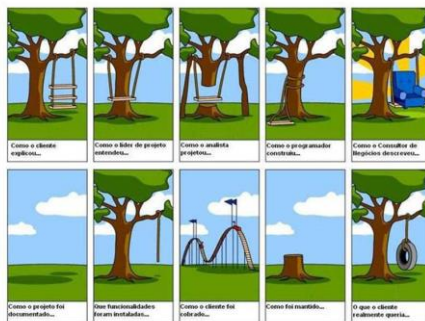
O cliente apresenta sua fatura de energia para a empresa. A partir daí se faz um cálculo onde se sabe a quantidade de painéis solares que irá usar e a potência do inversor.



2º Visita técnica

Checar se é possível atender aquela necessidade do cliente

- tamanho do telhado
- instalação elétrica
- o medidor
- o disjuntor geral
- a amperagem



3º Negociação

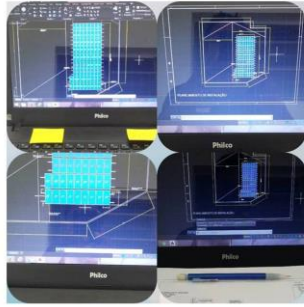
Depois do ok do técnico tem outra reunião entre a empresa e o cliente para acertar valores e forma de pagamento



4º Projeto



Cliente se entendeu com a empresa? Começamos a fazer o projeto!



5º Análise de projeto



O que precisa para a Copel aprovar o projeto?

- Memorial descritivo;
- Planta baixa informando onde está o inversor o QGBT e o medidor;
- Diagrama unifilar;
- Projeto indicando onde estarão localizados os módulos;
- ART assinada pelo Técnico ou Engenheiro.
- Um formulário onde serão informados dados do cliente e da unidade consumidora (UC) onde serão instalados os painéis;
- E por fim enviar junto alguns dados em Excel informando dados da UC, cliente e quantos painéis serão instalados.

6º Aprovação e execução



- Projeto pronto e revisado é enviado para Copel onde tem um prazo de 15 dias úteis para ser analisado.
- Após os 15 dias o projeto sendo aprovado já pode iniciar as instalações.



7º Vistoria



Depois de tudo instalado informamos a Copel. Eles tem até 7 dias para fazer a vistoria.



8º Dia da vistoria

Copel analisa se está tudo conforme o projeto que foi aprovado.

- Fazem um teste que se chama anti-ilhamento onde desliga-se o disjuntor geral com o sistema em pleno funcionamento.
- Automaticamente o inversor e todo o sistema tem que parar de funcionar.
- Garante assim que o gerador não envie energia para a rede da Copel.

9º Troca de medidor



- Após o teste anti-ilhamento tudo ok! agora a Copel irá trocar o medidor antigo por bidirecional. Ele leva esse nome porque mede tanto o consumo quanto a produção de energia do cliente



10ª Sinalização

Após a troca do medidor é instalada uma placa no medidor avisando que ali tem uma geração própria.



Depois de todos estes procedimentos o cliente já está liberado para a produção da sua própria energia!

