



# ITINERÁRIOS FORMATIVOS

EM ENERGIAS RENOVÁVEIS  
E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA



**EnergIF**

Programa para Desenvolvimento em Energias  
Renováveis e Eficiência Energética na Rede Federal



# ITINERÁRIOS FORMATIVOS

EM ENERGIAS RENOVÁVEIS  
E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA



**PROFISSIONAIS**  
PARA ENERGIAS  
DO FUTURO

GRUPOS DE TRABALHO EM FORMAÇÃO PROFISSIONAL EM ENERGIAS  
RENOVÁVEIS E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DA REDE FEDERAL DE  
EDUCAÇÃO PROFISSIONAL, CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA



Por meio da:



MINISTÉRIO DE  
**MINAS E ENERGIA**

MINISTÉRIO DA  
**EDUCAÇÃO**



**2018**



# EXPEDIENTE

**Presidente da República Federativa do Brasil**  
Michel Temer

**Ministro de Estado da Educação**  
José Mendonça Bezerra Filho

**Secretária de Educação Profissional e Tecnológica**  
Eline Neves Braga Nascimento

**Diretor de Desenvolvimento da Rede Federal de  
Educação Profissional, Científica e Tecnológica**  
Romero Portella Raposo Filho

## COORDENAÇÃO

A iniciativa Profissionais para Energias do Futuro está inserida no âmbito do Projeto Sistemas de Energia do Futuro, coordenado pelo Ministério de Minas e Energia (MME) e a Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.

### Coordenação da Iniciativa Profissionais para Energias do Futuro

**Coordenador pela Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH**  
Christoph Büdke

**Diretor de Desenvolvimento da Rede Federal da Secretaria de Educação  
Profissional e Tecnológica do Ministério da Educação (SETEC/MEC)**  
Romero Portella Raposo Filho

### Coordenação do Material

**Assessora Técnica da Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH**  
Roberta Hessmann Knopki

**Assessor Especial do Núcleo Estruturante da Política de Inovação (NEPI) da Secretaria  
de Educação Profissional e Tecnológica do Ministério da Educação (SETEC/MEC)**  
Robson Caldas de Oliveira

### Projeto Gráfico e Diagramação

**Assessor Especial do Núcleo Estruturante da Política de Inovação (NEPI) da Secretaria  
de Educação Profissional e Tecnológica do Ministério da Educação (SETEC/MEC)**  
Rodrigo Lucas Mendes

**Banco de Imagens**  
Instituto Federal do Piauí

# SUMÁRIO

**APRESENTAÇÃO** 7

**EFICIÊNCIA ENERGÉTICA** 9

ESPECIALISTA TÉCNICO EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES 11

ESPECIALISTA TÉCNICO EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA INDUSTRIAL 19

**ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA** 29

INSTALADOR DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS 31

ESPECIALISTA TÉCNICO EM ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA 39

ESPECIALISTA EM SISTEMAS FOTOVOLTAICOS 51

**ENERGIA EÓLICA** 67

ESPECIALISTA EM PROJETOS DE GERAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA 69

ESPECIALISTA EM OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE PARQUES EÓLICOS 79

ESPECIALISTA EM IMPLANTAÇÃO E COMISSIONAMENTO DE PARQUES EÓLICOS 91

ESPECIALISTA EM FABRICAÇÃO E REPARAÇÃO DE PÁS DE AEROGERADORES 101

**APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS** 109

OPERADOR DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO COM APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS 111

**ANEXO I - FORMAÇÕES INDISPENSÁVEIS PARA ATUAÇÃO EM CAMPO** 121

**ANEXO II - MODELO DE REQUISIÇÃO DE EQUIPAMENTOS FOTOVOLTAICOS** 125

**ANEXO III - LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA** 149





# APRESENTAÇÃO

Acompanhando a tendência mundial em valorizar e realizar ações de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas, o Brasil vem efetivando acordos e se comprometendo a agir neste sentido. Em novembro de 2016 entrou em vigor a Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) do Brasil, na qual o país estabelece a meta de, em 2030, reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 43% abaixo dos níveis de 2005. Para atingir essa meta, dentre outras ações, o país se compromete a aumentar a participação de bioenergia sustentável na matriz energética para cerca de 18%.

Essa meta e o consequente aumento no número de instalações de sistemas de energias renováveis, bem como na exigência de edificações e indústrias mais eficientes, trazem a necessidade de ações em todas as esferas, incluindo governos federal, estaduais e municipais, setor privado, sociedade civil e setor educacional.

Para a implementação de novos sistemas de energia de maneira segura, tanto para a sociedade quanto para a estratégia energética brasileira, faz-se necessário profissionais qualificados para atuar nesse novo mercado. Dessa forma, a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, com apoio da Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica do Ministério da Educação (SETEC/ MEC), em cooperação com a Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, implementou "Grupos de Trabalho em Formação Profissional em Energias Renováveis e Eficiência Energética da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica", que, inserido na iniciativa *Profissionais para Energias do Futuro*, visa elaborar novos itinerários formativos para atender essa demanda emergente por profissionais qualificados nas referidas áreas.

Divido em quatro grupos de trabalho (GTs), formados por docentes da Rede Federal, o Comitê Temático elaborou itinerários formativos nas áreas de Eficiência Energética em Edificações e Industrial, Energia Solar Fotovoltaica, Energia Eólica e Aproveitamento Energético de Biogás, sempre em discussão com associações desses setores para garantir que os cursos elaborados atendam a demanda do mercado.

Buscando uma qualificação de excelência aos futuros profissionais do setor de energias renováveis e eficiência energética, a SETEC/ MEC e a GIZ presam por cursos que equilibrem conteúdos teóricos com experiência prática. Para tanto, sugere-se que as instituições da Rede Federal que desejam ofertar esses cursos tenham uma infraestrutura adequada de laboratórios. Para auxiliar na obtenção dessa infraestrutura, a iniciativa *Profissionais para Energias do Futuro* também elaborou listas de equipamentos e instalações recomendados para cada área temática. Essas listas em **[www.energif.org](http://www.energif.org)**.

Através da publicação do presente material, contendo 10 novos itinerários formativos, e listas de infraestrutura, a SETEC/ MEC e a GIZ acreditam na implementação em grande escala desses cursos na Rede Federal ECPT.

A iniciativa *Profissionais para Energias do Futuro* está à disposição para apoiar a Rede Federal a fortalecer a educação brasileira e o mercado das energias renováveis e eficiência energética no país.



# EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

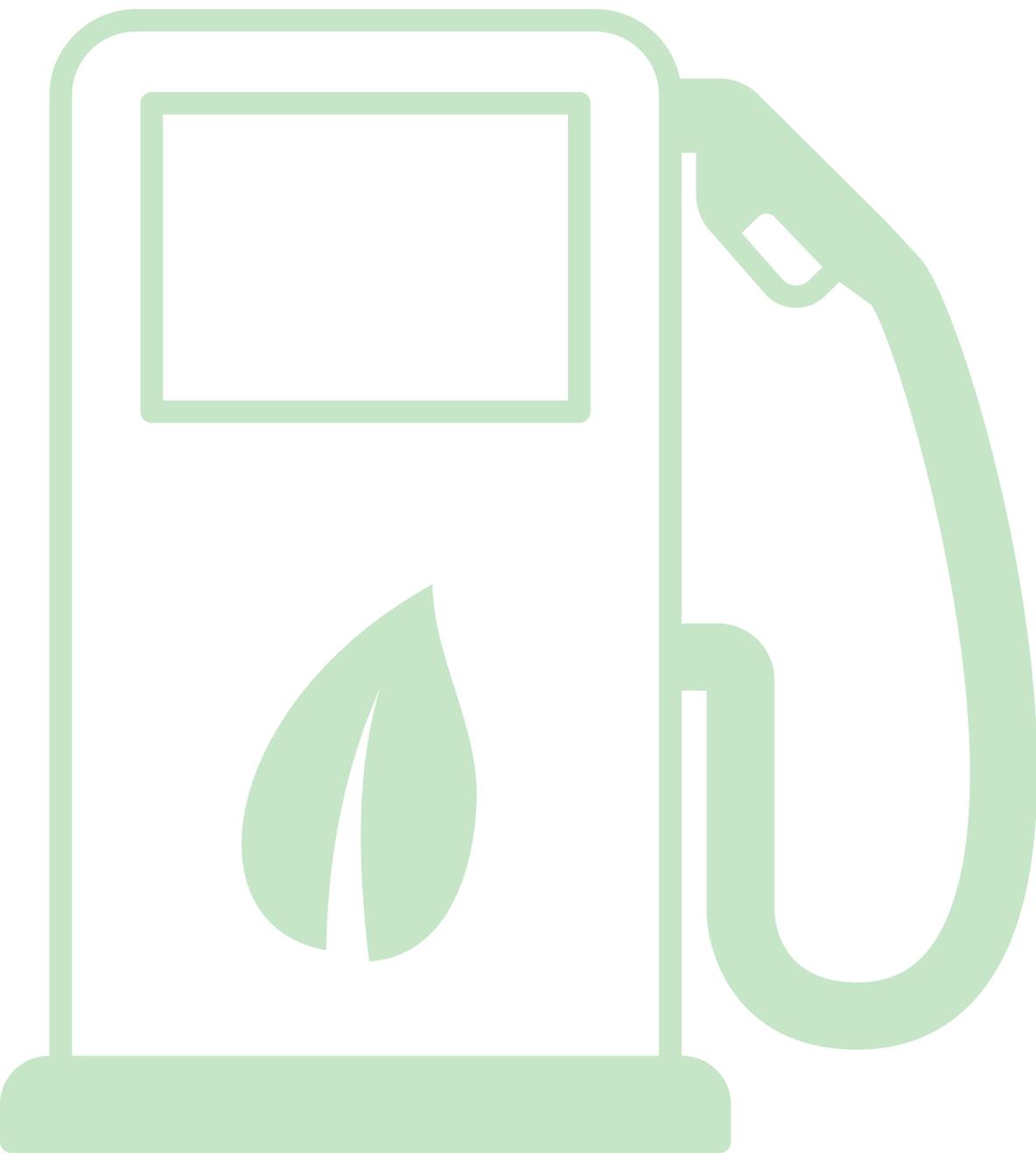
## AUTORES

### ESPECIALISTA TÉCNICO EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES:

Adeildo Cabral da Silva (IFCE);  
Cláudio Marques de Sá Medeiros (IFCE);  
Davi Teixeira Pinheiro (IFCE);  
Eduardo Luis Pinto Santana (IFBA);  
Geraldo Luis Bezerra Ramalho (IFCE);  
Gerson Melo de Almeida (IFCE);  
José Edilson Pinto (IFCE);  
Levi Teixeira Pinheiro (IFCE);  
Manuel Rangel Borges Neto (IF Sertão-PE);  
Martin Studte (GIZ);  
Nájila Rejanne Alencar Julião Cabral (IFCE);  
Pablo Rodrigues de Muniz (Ifes);  
Rebeca de Abreu Moreira (IFCE);  
Sérgio Santos (IFCE).

### ESPECIALISTA TÉCNICO EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA INDUSTRIAL:

Adeildo Cabral da Silva (IFCE);  
Carlos Eduardo Silva Abreu (Ifes);  
Cassius Zanetti (Ifes);  
Dirceu Soares Júnior (Ifes);  
Eduardo Luis Pinto Santana (IFBA);  
Felipe Costa Novo Malheiros (Ifes);  
Flávio Barcelos Braz da Silva (Ifes);  
Karin Satie Komati (Ifes);  
Martin Studte (GIZ);  
Pablo Rodrigues de Muniz (Ifes);  
Pedro Rosseto de Faria (Ifes);  
Wagner Teixeira da Costa (Ifes).



# ESPECIALISTA TÉCNICO EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES



## 1. APRESENTAÇÃO

### 1.1. Objetivo Geral

Difundir e desenvolver conhecimentos técnicos sobre a gestão de sistemas energéticos e desempenho ambiental em edificações, promovendo a capacitação profissional em eficiência energética.

### 1.2. Público-alvo

Profissionais e técnicos em edificações, eletrotécnica, automação, refrigeração e áreas afins.



## 2. DESCRIÇÃO GERAL DA OCUPAÇÃO

### ESPECIALISTA EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES

<b>Educação Profissional</b>	Especialização Técnica
<b>Eixo Tecnológico</b>	Infraestrutura
<b>Segmento Tecnológico</b>	Energia
<b>Carga Horária Mínima (h)</b>	300
<b>Competência Geral</b>	<b>Manter e otimizar o sistema de energia e operar corretamente e de forma eficiente equipamentos e processos consumidores de energia nas dependências</b> , considerando potenciais melhorias em eficiência energética da parte estrutural da edificação.
<b>Requisitos de acesso</b>	Conclusão de curso técnico ou graduação na área de infraestrutura (técnico em edificações) ou na área de controle e processos (técnico em eletrônica, técnico em eletrotécnica, técnico em automação e técnico em refrigeração e climatização).

## 3. UNIDADES DE COMPETÊNCIA

<b>Unidade de Competência 1</b>	<b>Manter um sistema de energia</b> , no que se refere ao controle da demanda por energia, coleta e gestão de dados e monitorar indicadores.
<b>Unidade de Competência 2</b>	<b>Otimizar o sistema de energia</b> no que se refere a sua eficiência, indicando oportunidades de ganhos de eficiência, estimando custos de projeto, calculando possíveis economias em termos financeiros e de consumo energético, assim como apoiar a implementação de ações de melhoria.
<b>Unidade de Competência 3</b>	<b>Operar corretamente e de forma eficiente equipamentos e processos consumidores de energia</b> , tais como operação de sistemas de monitoramento energético, sistemas de distribuição de energia e climatização.
<b>Unidade de Competência 4</b>	<b>Considerar potenciais de melhoria em eficiência energética que residem na parte estrutural da edificação</b> , tais como caracterizar o desempenho de novos materiais, dos sistemas construtivos e a normatização perante as normas técnicas (ABNT).

## 4. DESENHO CURRICULAR

MÓDULO	UNIDADES CURRICULARES	CARGA HORÁRIA (h)	CARGA HORÁRIA DO MÓDULO (h)
<b>Básico</b>	Gestão de Energia em Edificações e ISO 50.001	30	50
	Sistemas de Potência, Cogeração e Fontes Renováveis	20	
<b>Específico</b>	Edificações Sustentáveis: Arquitetura Bioclimática	60	220
	Iluminação e Luminotécnica	20	
	Climatização de Edificações	40	
	Sistemas Construtivos Inovadores e Novos Materiais	50	
<b>Projeto</b>	Princípios de Automação Predial	50	30
	Conclusão de Curso	30	
		<b>TOTAL</b>	<b>300</b>

## 5. DESCRIÇÃO DAS UNIDADES CURRICULARES

### 5.1. Gestão de Energia em Edificações e ISO 50.001

#### MÓDULO BÁSICO – GESTÃO DE ENERGIA EM EDIFICAÇÕES E ISO 50.001 (30h)

##### Capacidades Técnicas

Entender as bases de gestão do desempenho ambiental em edifícios (introdução)

##### Conhecimentos

- Matriz energética brasileira;
- Terminologia energética;
- Poderes caloríficos dos combustíveis;
- Utilização racional de energia;
- Conhecimentos básicos em geração de energia e segurança do sistema elétrico.

Avaliar o uso energético de um edifício durante o seu ciclo de vida

##### Eficiência energética em edificações:

- Conceitos e visão geral referente a: construção civil de novos prédios, indústrias, escritórios, *retrofit* planta livre;
- Panorama atual e perspectiva de *green buildings*, etiquetagem energética de edifícios e equipamentos (entidades, organizações e atores no mercado das edificações no Brasil);
- Tipos de materiais empregados na arquitetura.

Manter e otimizar Sistemas de Gestão de Energia (SGE)	<p><b>Sistemas de Gestão de Energia (SGE):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Controle da demanda de energia, coleção e gestão de dados, sistema de gestão por indicadores;</li> <li>• Avaliação de eficiência do sistema e oportunidades de melhorias;</li> <li>• NBR 15.575 – Conforto térmico.</li> </ul>
Implementar e manter a norma ISO 50.001 e as diretrizes da área de edificações	<p><b>ISO 50.001:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação da norma de eficiência energética;</li> <li>• Monitoramento da norma.</li> </ul>
Analisar a viabilidade econômica de projetos de eficiência energética, considerando investimento e parâmetros de retorno do investimento (custo/benefício)	Análise econômica (básica) de projetos de eficiência energética, tarifação de energia elétrica e eficiência do equipamento.

## 5.2. Sistemas de Potência, Cogeração e Fontes Renováveis

### MÓDULO BÁSICO – SISTEMAS DE POTÊNCIA, COGERAÇÃO E FONTES RENOVÁVEIS (20h)

Capacidades Técnicas	Conhecimentos
Identificar características e aplicabilidade de diferentes sistemas de geração de energia	Ciclos termodinâmicos de geração de potência.
Ter noções básicas sobre sistemas de potência, identificar oportunidades de cogeração (CHP) de energia elétrica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipamentos em sistemas de potência;</li> <li>• Ciclos combinados;</li> <li>• Cogeração;</li> <li>• Potencial técnico, econômico e de mercado.</li> </ul>
Identificar oportunidades de energia fotovoltaica	<p><b>Energia fotovoltaica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conhecimentos básicos da tecnologia e processos de instalação, conexão a rede, legislação, normas, regulamentação, cálculo de viabilidade e <i>payback</i>.</li> </ul>
Identificar oportunidades de energia heliotérmica	<p><b>Aquecimento solar:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conhecimentos básicos da tecnologia e processos de instalação, conexão com outros sistemas, viabilidade financeira e manutenção;</li> <li>• Sistemas de aquecimento de água em hotéis, residências, etc.</li> </ul>
Identificar oportunidades de geração de energia através de outras fontes renováveis	<p>Introdução a <b>outras</b> energias renováveis aplicáveis em ambientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eólica;</li> <li>• Biomassa e outros.</li> </ul>

### 5.3. Edificações Sustentáveis: Arquitetura Bioclimática

#### MÓDULO ESPECÍFICO – EDIFICAÇÕES SUSTENTÁVEIS: ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA (60h)

Capacidades Técnicas	Conhecimentos
Entender principais características de edifícios sustentáveis	Novas oportunidades de negócio e empreendimentos no setor de eficiência energética (ESCO`s, RESCO`s, contrato de performance).
Executar auditorias energéticas e de medição (métodos)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Detecção e correção de problemas nas instalações elétricas e hidrossanitárias;</li><li>• Metodologias de medição;</li><li>• Medição da eficiência da iluminação natural e artificial, estratégias de melhor utilização da iluminação natural;</li><li>• Medição de grandezas elétricas;</li><li>• Sistema tarifário de energia elétrica e contabilidade energética;</li><li>• Viabilidade econômica e ambiental de ações energeticamente eficientes.</li></ul>
Aplicar etiquetagem/certificação e regulamentação energética de edifícios e tecnologias (exemplos de aplicação e estudos de caso no Brasil)	<p><b>Práticas no uso de edifícios:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Abordagem social-técnica para o caso brasileiro;</li><li>• Regulamentação dos Sistemas Energéticos e de Climatização de Edifícios;</li><li>• Normas Brasileiras (PROCEL, NBR 15.575);</li><li>• Sistemas internacionais de certificação energética de edifícios (LEED, AQUA);</li><li>• Regulamentação energética.</li></ul>
Avaliar o projeto arquitetônico	<ul style="list-style-type: none"><li>• Projeto e/ou reabilitação de edifícios (conceito de edifício);</li><li>• Planos de racionalização de consumo energético;</li><li>• <i>Smart buildings</i> e inovações emergentes no Brasil;</li><li>• Teorias aplicadas à prática em edifícios: abordagem técnico-social.</li></ul>

## 5.4. Iluminação e Iluminotécnica

### MÓDULO ESPECÍFICO – ILUMINAÇÃO E ILUMINOTÉCNICA (20h)

Capacidades Técnicas	Conhecimentos
Aplicar os princípios da luminotécnica	<p>Métodos de utilização da iluminação natural e <b>equipamentos de iluminação:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Diferentes tipos de lâmpadas e luminárias;</li><li>• Equipamentos de adaptação;</li><li>• Transformadores;</li><li>• Sistemas de luz;</li><li>• Controles de luz;</li><li>• Sistemas de automação para iluminação.</li></ul>
Cumprir normas de segurança e meio ambiente	<ul style="list-style-type: none"><li>• Legislação nacional vigente sobre iluminação no trabalho;</li><li>• Descarte de lâmpadas.</li></ul>
Calcular eficiência em sistemas de iluminação e propor intervenções	<ul style="list-style-type: none"><li>• Diagnóstico em iluminação (medição e verificação) e soluções para iluminação;</li><li>• Dimensionamento de novas instalações de iluminação;</li><li>• Viabilidade financeira.</li></ul>

## 5.5. Climatização de Edificações

### MÓDULO ESPECÍFICO – CLIMATIZAÇÃO DE EDIFICAÇÕES (40h)

Capacidades Técnicas	Conhecimentos
Compreender as bases físicas de conforto térmico	<ul style="list-style-type: none"><li>• Princípios de conforto térmico;</li><li>• Princípios de condicionamento de ar.</li></ul>
Avaliar e propor aplicação de climatização natural em projetos e edificações	<ul style="list-style-type: none"><li>• Efeito da variação dos parâmetros de conforto térmico na racionalização energética;</li><li>• Análise do envoltório do edifício: geometria solar da envoltória, radiação solar como fonte de calor, posição do sol, carta solar e transferidor de ângulos, análise de insolação e sombreamento de obstruções e aberturas, análise de proteções solares;</li><li>• Sistemas mecânicos de ventilação e aquecimento;</li><li>• Ventilação natural (novo projeto ou <i>retrofitting</i>) baseada na norma de desempenho NBR 15.575.</li></ul>

Estimar a eficiência de sistemas de climatização, interpretar medições e identificar intervenções

- Princípios de condicionamento de ar;
- Manutenção higiênica dos sistemas de climatização (símbolos e tipos de instalações e normas de higiene e limpeza);
- Sistemas de condicionamento de ar;
- Climatização centralizada (aquecimento, ventilação e ar condicionado HVAC);
- Funcionamento de sistemas de ar condicionado e a avaliação da eficiência (tipos de ventiladores, regulação da vazão volumétrica, perda de pressão, otimização das condutas);
- Otimização e possíveis melhorias dos sistemas (termo acumulação e novas tecnologias de distribuição de água gelada e ar), conceito da recuperação de calor.

## 5.6. Sistemas Construtivos Inovadores e Novos Materiais

### MÓDULO ESPECÍFICO – SISTEMAS CONSTRUTIVOS INOVADORES E NOVOS MATERIAIS (50h)

#### Capacidades Técnicas

#### Conhecimentos

Identificar e caracterizar materiais convencionais na construção civil

Diagnóstico e identificação de elementos construtivos atuais e avaliação de desempenho.

Identificar a viabilidade econômica e ambiental dos materiais e sistemas construtivos

Análise do ciclo de vida dos materiais e dos sistemas construtivos.

Avaliar o sistema construtivo: materiais, design e leiaute em relação a otimização energética

Desempenho térmico, estrutural e acústico.

Identificar soluções inovadoras de novos materiais e sistemas construtivos

- Conhecimentos de materiais não convencionais com potencial de aplicação na construção civil;
- Transporte mecânico - elevadores, técnico-social rolantes, etc.

Garantir o cumprimento da legislação vigente (ABNT)

Normas técnicas aplicadas aos componentes da construção civil.

## 5.7. Princípios de Automação Predial

### MÓDULO ESPECÍFICO – PRINCÍPIOS DE AUTOMAÇÃO PREDIAL (50h)

Capacidades Técnicas	Conhecimentos
Supervisionar edificações através de sistemas de automação predial	Gestão de Edifícios ( <i>Facility Management</i> ).
Controlar edificações através de tecnologias com automação predial	<b>Elementos tecnológicos de automação predial:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Comando, painel de controle, sensores, sistemas de automação em salas, cabos, sistemas BUS, <i>server</i>, <i>gateways</i>, <i>software</i> e internet.</li></ul>
Otimizar a performance energética de edificações com ajuda de sistemas de automação predial	<b>Aplicações para Eficiência Energética:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Controle de iluminação, otimização do ar condicionado, controle de elementos da fachada para sombreamento, coleção de dados de uso, controle de cabine de elevadores.</li></ul>

## 5.8. Projeto de Conclusão de Curso

### MÓDULO PROJETO – CONCLUSÃO DE CURSO (30h)

Capacidades Técnicas	Conhecimentos
Identificar as demandas do projeto	Identificação de demandas, objetivando a otimização da eficiência energética do edifício em um projeto aplicável em condições reais e apresentação de proposta preliminar.
Desenvolver projeto	Elaboração de especificações técnicas do projeto, observando as normas técnicas vigentes, elaboração de orçamento e análise financeira (retorno financeiro).
Apresentar o projeto	<b>Finalização de projeto, contemplando:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Apresentação de métodos, dados e indicadores de sucesso;</li><li>• Apresentação de conhecimentos sobre regime de operação dos equipamentos antes e depois da intervenção;</li><li>• Apresentação de possíveis medidas para adequação do edifício, no que refere a elementos construtivos, objetivando melhorias na eficiência energética.</li></ul>

# ESPECIALISTA TÉCNICO EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA INDUSTRIAL



## 1. APRESENTAÇÃO

### 1.1. Objetivo Geral

Difundir e desenvolver conhecimentos técnicos sobre a aplicação de boas práticas na gestão de sistemas energéticos em processos industriais, promovendo a capacitação profissional em eficiência energética industrial.

### 1.2. Público-alvo

Técnicos em operação e manutenção de processos industriais.



## 2. DESCRIÇÃO GERAL DA OCUPAÇÃO

### ESPECIALISTA EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA INDUSTRIAL

<b>Educação Profissional</b>	Especialização Técnica
<b>Eixo Tecnológico</b>	Controle e Processos Industriais
<b>Segmento Tecnológico</b>	Energia
<b>Carga Horária Mínima (h)</b>	300
<b>Competência Geral</b>	<b>Manter e otimizar o sistema de energia, operar corretamente e de forma eficiente equipamentos e processos consumidores de energia nas dependências industriais</b> , considerando potenciais melhorias na eficiência energética destes equipamentos e processos, além da parte estrutural da edificação.
<b>Requisitos de acesso</b>	Conclusão de curso técnico ou graduação em infraestrutura, controle e processos industriais (mecânica, eletrotécnica, automação, refrigeração, etc.) e áreas afins.

## 3. UNIDADES DE COMPETÊNCIA

<b>Unidade de Competência 1</b>	<b>Manter um sistema de gestão de energia</b> no que se refere ao controle da demanda, coleta e gestão de dados, sistema de gestão por indicadores e avaliação de resultados.
<b>Unidade de Competência 2</b>	<b>Contribuir para a otimização dos processos industriais</b> no que se refere à sua eficiência. Indicar oportunidades de melhoria na eficiência de maquinário, assim como em sistemas e instalações através da aplicação de melhores práticas. Considerar a viabilidade técnica e econômica em projetos e apoiar a implementação das ações de melhoria.
<b>Unidade de Competência 3</b>	<b>Operar e manter correta e eficientemente os equipamentos, instalações, sistemas e processos consumidores de energia</b> , principalmente em áreas de utilidades industrial, sistemas de monitoramento energético e demais processos com utilização de outros insumos energéticos.

## 4. DESENHO CURRICULAR

MÓDULO	UNIDADES CURRICULARES	CARGA HORÁRIA (h)	CARGA HORÁRIA DO MÓDULO (h)
<b>Básico</b>	Gestão de Energia na Indústria e ISO 50.001	40	60
	Sistemas de Potência, Cogeração e Fontes Renováveis	20	
<b>Específico</b>	Princípios de Automação Industrial	20	210
	Circuitos e Máquinas Elétricos	40	
	Qualidade de Energia	30	
	Máquinas e Sistemas de Fluxo: Ventiladores, Bombas, Compressores, Sistemas Hidráulicos, Ar Comprimido	40	
	Vapor e Processos Térmicos	40	
	Fundamentos de Refrigeração Industrial	20	
	Auditoria Energética em Instalações e Processos Industriais: Medição, Verificação, Análise de Resultados	20	
<b>Projeto</b>	Conclusão de Curso (semi presencial)	30	30
		<b>TOTAL</b>	<b>300</b>

## 5. DESCRIÇÃO DAS UNIDADES CURRICULARES

### 5.1. Gestão de Energia na Indústria e ISO 50.001

MÓDULO BÁSICO – GESTÃO DE ENERGIA NA INDÚSTRIA E ISO 50.001 (40h)	
Capacidades Técnicas	Conhecimentos
Entender as bases da gestão de energia na área industrial	<ul style="list-style-type: none"> <li>Matriz energética brasileira;</li> <li>Terminologia energética;</li> <li>Utilização racional de energia;</li> <li>Conhecimentos básicos em geração de energia elétrica e segurança do sistema elétrico.</li> </ul>
Aplicar conhecimentos básicos de eletricidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>Eletricidade básica;</li> <li>Medição de grandezas elétricas.</li> </ul>

Manter e otimizar Sistemas de Gestão de Energia (SGE)

#### Sistemas de Gestão de Energia (SGE):

- Otimização da demanda de energia, coleta e gestão de dados, sistema de gestão por indicadores;
- Avaliação de eficiência do sistema e oportunidades de melhorias em eficiência.

Implementar e manter a norma ISO 50.001 e as diretrizes da área de edificações

#### ISO 50.001:

- Apresentação da norma de eficiência energética.
- Monitoramento da aplicação da norma.

Analisar a viabilidade econômica de projetos de eficiência energética, considerando investimento e parâmetros de retorno do investimento (custo/benefício)

Análise econômica (básica) de projetos de eficiência energética, tarifação de energia elétrica e eficiência de equipamentos.

## 5.2. Sistemas de Potência, Cogeração e Fontes Renováveis

### MÓDULO BÁSICO – SISTEMAS DE POTÊNCIA, COGERAÇÃO E FONTES RENOVÁVEIS (20h)

#### Capacidades Técnicas

#### Conhecimentos

Identificar características e aplicabilidade de diferentes sistemas de geração de energia

Ciclos termodinâmicos de geração de potência.

Ter noções básicas sobre sistemas de potência, identificar oportunidades de cogeração (CHP) de energia elétrica

- Equipamentos em sistemas de potência;
- Ciclos combinados;
- Cogeração;
- Potencial técnico, econômico e de mercado.

Identificar oportunidades de energia fotovoltaica

#### Energia fotovoltaica:

- Conhecimentos básicos da tecnologia e processos de instalação, conexão à rede, legislação, normas e regulamentação, cálculo de viabilidade e *payback*.

Identificar oportunidades de energia heliotérmica

#### Energia solar térmica:

- Conhecimentos básicos da tecnologia e processos de instalação, conexão com outros sistemas, viabilidade financeira e manutenção.

Identificar oportunidades de geração de energia através de outras fontes renováveis

Introdução a **outras energias renováveis** aplicáveis em ambientes industriais:

- Eólica;
- Biomassa e outros.

### 5.3. Princípios de Automação Industrial

#### MÓDULO ESPECÍFICO – PRINCÍPIOS DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL (20h)

Capacidades Técnicas	Conhecimentos
Identificar e propor oportunidades de economia de energia por meio da automação de sistemas e processos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Princípios de controle de processo, elementos (sensores, CLP, atuadores, conversores posicionadores, elementos primários) e malha de controle, controles PID, on-off e instrumentos;</li><li>• Aplicações de inversores de frequência;</li><li>• Sistemas supervisórios.</li></ul>

### 5.4. Circuitos e Máquinas Elétricos

#### MÓDULO ESPECÍFICO – CIRCUITOS E MÁQUINAS ELÉTRICOS (40h)

Capacidades Técnicas	Conhecimentos
Analisar circuitos trifásicos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Transformadores;</li><li>• Armazenamento de energia;</li><li>• Instalações elétricas de máquinas;</li><li>• Tensão, corrente e potência trifásica;</li><li>• Cargas resistivas, indutivas, capacitivas;</li><li>• Cargas desequilibradas e ligações especiais.</li></ul>
Analisar máquinas elétricas rotativas	<ul style="list-style-type: none"><li>• Conhecimentos básicos de conversão eletromecânica de energia;</li><li>• Máquinas CA e CC: desempenho energético e otimização.</li></ul>
Selecionar motores elétricos e inferir resultados sobre seu uso no processo produtivo	<p>Inspeção e análise de <b>instalações elétricas</b> (instrumentos e métodos):</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Características de construção e de carga; especificações; curvas características; comportamento térmico; especificação de motores elétricos.</li></ul>
Realizar intervenções no processo produtivo	<p><b>Acionamento</b> eficiente de máquinas elétricas:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Análise de desempenho energético; otimização; dimensionamento de motores; diagnóstico de perfil de carga (medição e verificação).</li></ul>

## 5.5. Qualidade de Energia

### MÓDULO ESPECÍFICO – QUALIDADE DE ENERGIA (30h)

Capacidades Técnicas	Conhecimentos
Identificar os potenciais equipamentos que causam harmônicos no sistema analisado e as condições da instalação	<p><b>Distúrbios eletromagnéticos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Distorções da forma de onda; harmônicas; inter-harmônicas; flutuações de tensão (sobre e subtensão); desbalanceamento; variações de frequência; transientes (impulsivo e oscilatório); ruídos; cortes.</li> </ul>
Avaliar as condições dos filtros de rede de energia elétricas (capacitores, entre outros)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estruturas de filtragem de potência passivas, ativas e híbridas.</li> </ul>
Diagnosticar a qualidade da energia por meio de ferramentas computacionais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simulação de sistemas elétricos de potência com filtros ativos e passivos.</li> </ul>
Diagnosticar a qualidade da energia por meio de instrumentos de medida e interpretar os resultados das grandezas nas medições	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medições e avaliação dos dados, formas de mitigar distúrbios, fator de potência; valores máximos aceitáveis; instrumentos de medições; interpretação das medidas; correção de fator de potência; sistemas de filtros; indutores de proteção.</li> </ul>
Monitorar desempenho conforme normas estabelecidos	<p>Normas referentes à <b>qualidade da energia elétrica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resoluções normativas ANEEL, PRODIST.</li> </ul>

## 5.6. Máquinas e Sistemas de Fluxo: Ventiladores, Bombas, Compressores, Sistemas Hidráulicos, Ar Comprimido

### MÓDULO ESPECÍFICO – MÁQUINAS E SISTEMAS DE FLUXO: VENTILADORES, BOMBAS, COMPRESSORES, SISTEMAS HIDRÁULICOS E AR COMPRIMIDO (40h)

Capacidades Técnicas	Conhecimentos
Identificar conceitos básicos de sistemas hidráulicos e pneumáticos	<p><b>Definições de Mecânica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vazão, pressão, temperatura, perda de carga, grandezas e unidades;</li> <li>• Princípios de funcionamento de sistemas hidráulicos, de ar comprimido e aplicações;</li> <li>• Levantamento de curvas de instalação e obtenção do ponto de operação.</li> </ul> <p><b>Tecnologias:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geração, distribuição e consumo de fluidos.</li> </ul>

Definir ações corretivas de eficiência com base nos resultados de diagnósticos realizados.

- Fatores de impacto nas curvas do sistema;
- Fatores de impacto nas curvas características;
- Perdas em sistemas de ar comprimido;
- Classificação e tratamento do ar comprimido;
- Eficiência em sistemas hidráulicos e pneumáticos;
- Diagnóstico de sistemas hidráulicos e pneumáticos (medição e verificação);
- Adequação do sistema e de equipamentos para operação eficiente;
- Inspeção e eliminação do uso inadequado de fluidos e suas perdas.

## 5.7. Vapor e Processos Térmicos

### MÓDULO ESPECÍFICO – VAPOR E PROCESSOS TÉRMICOS (40h)

#### Capacidades Técnicas

#### Conhecimentos

Identificar as formas de transmissão de calor

- Conhecimentos básicos de termodinâmica e transmissão de calor;
- Combustão e processo de queima.

Identificar as tecnologias eficientes para geração e distribuição de vapor

- Utilização do vapor: vapor saturado X vapor superaquecido;
- Geradores de vapor;
- Fornos, secadores, incineradores, isolamento térmico;
- Sistemas de distribuição e consumo de vapor e retorno de condensado.

Avaliar a eficiência de sistemas térmicos (fornos e caldeiras) e propor soluções eficientes

- Economizadores;
- Perdas em sistemas de vapor e fornos;
- Vazamentos de vapor e purgadores;
- Retorno de condensado;
- Uso de vapor *flash*;
- Redução de pressão;
- Cálculos de economia de energia;
- Sistemas de troca térmica com utilização do vapor;
- Concepção, cálculo e avaliação do isolamento térmico;
- Análise de processos térmicos através de dados de instrumentação na indústria (simulação, balanço de energia, coleta de dados *in loco*).

## 5.8 Fundamentos de Refrigeração Industrial

### MÓDULO ESPECÍFICO – FUNDAMENTOS DE REFRIGERAÇÃO INDUSTRIAL (20h)

Capacidades Técnicas	Conhecimentos
Avaliar processos de refrigeração	<p><b>Fundamentos de refrigeração:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ciclos de refrigeração por compressão e por absorção, tipos de compressores, fluidos refrigerantes, fluxograma completo do sistema de refrigeração, componentes, noções de carga térmica.</li> </ul>
Identificar os requisitos para eficiência do processo	<p><b>Sistemas de Refrigeração Industrial:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicações de refrigeração na indústria;</li> <li>• Compressão X absorção;</li> <li>• Impacto dos parâmetros do ciclo de compressão no COP;</li> <li>• Central de refrigeração;</li> <li>• Termoacumulação;</li> <li>• Sistemas multipressão;</li> <li>• Sistemas em cascata;</li> <li>• Resfriamento evaporativo.</li> </ul>

## 5.9. Auditoria Energética em Instalações e Processos Industriais: Medição, Verificação, Análise de Resultados

### MÓDULO ESPECÍFICO – AUDITORIA ENERGÉTICA EM INSTALAÇÕES E PROCESSOS INDUSTRIAIS: MEDIÇÃO, VERIFICAÇÃO, ANÁLISE DE RESULTADOS (20h)

Capacidades Técnicas	Conhecimentos
Executar a auditoria energética	<p><b>Metodologia de auditoria energética:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definição de como padronizar o diagnóstico de eficiência energética.</li> </ul>
Realizar medições no processo industrial visando à eficiência energética	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspeção, medição e análise de grandezas elétricas e utilização dos instrumentos;</li> <li>• Medição, inspeção e análise de grandezas de processo (pressão, vazão, temperatura, etc.) e utilização dos instrumentos.</li> </ul>
Avaliar dados de processo e tomadas de decisão com nível de confiança adequado	Análise estatística de dados.
Incluir plano de inspeção no sistema de gestão de energia e na auditoria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plano de inspeção e sua gestão;</li> <li>• Verificação da eficácia das ações realizadas.</li> </ul>

## 5.10. Projeto de Conclusão de Curso

### MÓDULO PROJETO –CONCLUSÃO DE CURSO (30h)

#### Capacidades Técnicas

#### Conhecimentos

Identificar as demandas do projeto

Identificação de oportunidades de otimização de eficiência energética de uma instalação ou um processo industrial real e apresentação de proposta técnico-econômica de eficiência energética.

Desenvolver projeto

Elaboração de especificação técnica do projeto, observando as normas técnicas vigentes, elaboração de orçamento e análise financeira (retorno financeiro).

Apresentar o projeto

**Finalização de projeto**, contemplando:

- Apresentação de métodos, dados e indicadores de sucesso;
- Apresentação de conhecimentos sobre o regime de operação dos equipamentos ou processos, antes e depois da intervenção;
- Apresentação de medidas adequadas para adequação dos equipamentos ou processos, no que se refere às melhorias de eficiência energética.



# ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

## AUTORES

Aridio Schiappacassa (CEFET-RJ);  
Daniel Neves Micha (CEFET-RJ);  
Edilson Aparecido Bueno (IFSP);  
Edward Madukanya (GIZ);  
Elton Flach (IFRJ);  
Jair Augusto Gomes de Sant'Ana (IFRJ);  
Luis Gabriel Guanabara Keler Gesteira (IFBA);  
Luiz Fernando Rosa Mendes (IFF);  
Mamour Sop Ndiayer (CEFET-RJ);  
Manoel Henrique de Oliveira Pedrosa Filho (IFPE);  
Manuel Rangel Borges Neto (IF Sertão-PE);  
Patrícia Abdala Raimo (IFSP);  
Ricardo Luiz Alves (IFSC);  
Rodrigo Martins Fernandes (IFF).



# INSTALADOR DE SISTEMAS FOTVOLTAICOS



## 1. APRESENTAÇÃO

### 1.1. Objetivo Geral

Formar profissionais para instalar e manter sistemas de energia fotovoltaica de acordo com a legislação vigente e normas aplicáveis à qualidade, à saúde, à segurança e ao meio ambiente.

### 1.2. Público-alvo

Profissionais que já atuam na área, bem como jovens e adultos com Ensino Fundamental completo que desejem atuar na instalação de sistemas fotovoltaicos.



## 2. DESCRIÇÃO GERAL DA OCUPAÇÃO

### INSTALADOR DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

<b>Educação Profissional</b>	Qualificação Profissional
<b>Eixo Tecnológico</b>	Infraestrutura
<b>Segmento Tecnológico</b>	Energia
<b>Carga Horária Mínima (h)</b>	160
<b>Competência Geral</b>	<b>Instalar e manter sistemas de energia fotovoltaica</b> de acordo com a legislação vigente e normas aplicáveis à qualidade, à saúde, à segurança e ao meio ambiente.
<b>Requisitos de acesso</b>	Ensino Fundamental completo.

## 3. UNIDADES DE COMPETÊNCIA

<b>Unidade de Competência 1</b>	<b>Montar sistemas físicos de geração fotovoltaica</b> de acordo com a legislação vigente e normas aplicáveis à qualidade, à saúde, à segurança e ao meio ambiente.
<b>Unidade de Competência 2</b>	<b>Instalar sistema elétrico do gerador fotovoltaico</b> de acordo com a legislação vigente e normas aplicáveis à qualidade, à saúde, à segurança e ao meio ambiente.
<b>Unidade de Competência 3</b>	<b>Realizar manutenção de sistemas fotovoltaicos</b> de acordo com a legislação vigente e normas aplicáveis à qualidade, à saúde, à segurança e ao meio ambiente.

## 4. DESENHO CURRICULAR

MÓDULO	UNIDADES CURRICULARES	CARGA HORÁRIA (h)	CARGA HORÁRIA DO MÓDULO (h)
<b>Básico</b>	Eletricidade básica aplicada a Sistemas Fotovoltaicos	48	64
	Fundamentos de Energia Solar Fotovoltaica	16	
<b>Específico</b>	Tecnologia Fotovoltaica: Módulos, Arranjos, Células	16	96
	Sistemas Fotovoltaicos: Isolados, Conectados à Rede, Híbridos, Bombeamento de Água	24	
	Medidas de Segurança do Trabalho Aplicadas ao Setor Fotovoltaico	8	
	Montagem de Sistemas Fotovoltaicos	48	
		<b>TOTAL</b>	<b>160</b>

## 5. DESCRIÇÃO DAS UNIDADES CURRICULARES

### 5.1. Eletricidade Básica Aplicada a Sistemas Fotovoltaicos

#### MÓDULO BÁSICO – ELETRICIDADE BÁSICA APLICADA A SISTEMAS FOTOVOLTAICOS (48h)

Capacidades Técnicas	Conhecimentos
Compreender os conhecimentos básicos sobre a eletrostática e eletrodinâmica e as principais grandezas elétricas	<p><b>Conceitos básicos</b> sobre eletrostática e eletrodinâmica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estrutura do átomo;</li> <li>• Carga e matéria;</li> <li>• Força elétrica e Lei de Coulomb;</li> <li>• Conceito de campo elétrico;</li> <li>• Potencial elétrico e diferença de potencial elétrico;</li> <li>• Conceito de corrente elétrica;</li> <li>• Condutores e isolantes;</li> <li>• Resistência e resistividade;</li> <li>• Circuito elétrico.</li> </ul>
Compreender os conceitos e realizar cálculos aplicando as leis de Ohm e de Kirchhoff	Conceitos básicos sobre as leis do Ohm e Kirchhoff.
Compreender os conceitos e realizar cálculos de potência e energia elétrica	Conceitos básicos sobre potência elétrica e energia.
Compreender conceitos sobre circuitos elétricos de corrente contínua e corrente alternada.	Conceitos básicos de circuitos elétricos de corrente elétrica contínua e alternada, circuitos elétricos monofásicos e trifásicos (parâmetros elétricos como: tensão elétrica, corrente elétrica, potência elétrica).
Conhecer e utilizar corretamente os instrumentos de medição das grandezas elétricas	Manuseio de instrumentos de medição das grandezas elétricas (voltímetro, amperímetro, wattímetro, megômetro).
Executar a instalação elétrica e a instalação do sistema de aterramento	Conceitos sobre instalações elétricas prediais/residenciais e sistemas de aterramento aplicados a sistemas fotovoltaicos: Realização de práticas sobre os temas.
Interpretar desenhos técnicos	Leitura e interpretação de desenhos técnicos.

## 5.2. Fundamentos de Energia Solar Fotovoltaica

### MÓDULO BÁSICO – FUNDAMENTOS DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA (16h)

#### Capacidades Técnicas

#### Conhecimentos

Entender o contexto global e nacional da energia elétrica (geração, distribuição e utilização)

- Fontes renováveis e não renováveis de energia;
- Estatísticas globais e nacionais de uso da energia;
- Situação energética brasileira;
- Legislação vigente (RN 482, RN 687, normas de concessionárias locais).

Compreender a irradiação solar e sua origem

- Insolação;
- Irradiação solar;
- Tipos de irradiação solar;
- Movimento relativo Terra – Sol.

Compreender as grandezas e os valores da irradiação solar

- Grandezas relacionadas com a irradiação solar (tipos);
- Medição das grandezas relacionadas com a irradiação solar (equipamentos e estações solarimétricas);
- Valores típicos da irradiação solar no Brasil;
- Fontes de dados de valores da irradiação solar.

Conhecer as formas de aproveitamento da energia solar e sua captação máxima

- Conversão direta da irradiação solar em calor e em eletricidade (sistemas básicos);
- Escolha do posicionamento ideal para maximizar a energia captada;
- Uso correto de dispositivos auxiliares para caracterização de sistemas solares tais como bússola, trena, inclinômetro.

### 5.3. Tecnologia Solar Fotovoltaica: Módulos, Arranjo, Células

#### MÓDULO ESPECÍFICO –TECNOLOGIA SOLAR FOTOVOLTAICA: MÓDULOS, ARRANJO, CÉLULAS (16h)

##### Capacidades Técnicas

##### Conhecimentos

Compreender o efeito fotovoltaico

Conceitos básicos relacionados ao efeito fotovoltaico.

Compreender as características das células fotovoltaicas

- Estudo sobre tipos, produção e aspectos construtivos dos diversos tipos de células fotovoltaicas e seus princípios teóricos;
- Interpretação da curva I x V de uma célula fotovoltaica.

Conhecer as características e os componentes de diferentes tipos de módulos fotovoltaicos

- Processo de construção de um módulo fotovoltaico;
- Características técnicas, componentes e parâmetros de funcionamento dos principais tipos de módulos fotovoltaicos.

Identificar as características e os parâmetros relacionados aos arranjos fotovoltaicos

- Estudo sobre arranjos em série e em paralelo das células fotovoltaicas;
- Utilização de diodos de desvio e de fileira;
- Caixa de ligações;
- Efeito das condições ambientes e locais (temperatura, sombreamento, etc.) sobre módulos e arranjos fotovoltaicos.

## 5.4. Sistemas Fotovoltaicos: Isolados, Conectados à Rede, Híbridos, Bombeamento de Água

### MÓDULO ESPECÍFICO – SISTEMAS FOTOVOLTAICOS: ISOLADOS, CONECTADOS À REDE, HÍBRIDOS, BOMBEAMENTO DE ÁGUA (24h)

Capacidades Técnicas	Conhecimentos
Conhecer os sistemas fotovoltaicos isolados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Características dos equipamentos e componentes utilizados em sistemas fotovoltaicos isolados;</li> <li>• Medição de parâmetros em sistemas fotovoltaicos isolados;</li> <li>• Normas relacionadas com os sistemas fotovoltaicos isolados;</li> <li>• Instalação elétrica (quadro elétrico, cabeamento, proteções contra descargas atmosféricas, disjuntores, fusíveis e outros elementos do circuito elétrico) relacionada com a aplicação.</li> </ul>
Conhecer os sistemas fotovoltaicos conectados à rede	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Características dos equipamentos e componentes utilizados em sistemas fotovoltaicos conectados à rede;</li> <li>• Medição de parâmetros em sistemas fotovoltaicos conectados à rede;</li> <li>• Normas relacionadas com os sistemas fotovoltaicos conectados à rede;</li> <li>• Instalação elétrica (quadro elétrico, cabeamento, proteções contra descargas atmosféricas, disjuntores, fusíveis e outros elementos do circuito elétrico) relacionada com a aplicação.</li> </ul>
Conhecer outras aplicações dos sistemas fotovoltaicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Características dos equipamentos e componentes utilizados em sistemas fotovoltaicos de bombeamento de água;</li> <li>• Características dos equipamentos e componentes utilizados em sistemas fotovoltaicos de iluminação;</li> <li>• Características dos equipamentos e componentes utilizados em sistemas fotovoltaicos híbridos;</li> <li>• Normas relacionadas com outras aplicações dos sistemas fotovoltaicos;</li> <li>• Instalação elétrica (quadro elétrico, cabeamento, proteções contra descargas atmosféricas, disjuntores, fusíveis e outros elementos do circuito elétrico) relacionada com a aplicação.</li> </ul>

## 5.5. Medidas de Segurança do Trabalho Aplicadas ao Setor Fotovoltaico

### MÓDULO ESPECÍFICO – MEDIDAS DE SEGURANÇA DO TRABALHO APLICADAS AO SETOR FOTOVOLTAICO (8h)

#### Capacidades Técnicas

#### Conhecimentos

Avaliar os riscos inerentes à atividade desempenhada

- Lista com riscos que envolvem a atividade fim;
- Riscos na instalação e manutenção.

Aplicar a NR 10 (trabalho com eletricidade)

- Lista de equipamentos de proteção;
- Utilização apropriada de EPIs e EPCs no exercício da atividade;
- Conhecimento sobre a norma NR10.

Aplicar a NR 35 (trabalho em altura)

- Lista de equipamentos de proteção;
- Utilização apropriada de EPIs e EPCs no exercício da atividade;
- Conhecimento sobre a norma NR35.

Conhecer e aplicar técnicas de primeiros socorros

Orientação de primeiros socorros.

## 5.6. Montagem de Sistemas Fotovoltaicos

### MÓDULO ESPECÍFICO – MONTAGEM DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS (48h)

#### Capacidades Técnicas

#### Conhecimentos

Montar estrutura de suporte	<ul style="list-style-type: none"><li>• Integração de sistemas fotovoltaicos em edificações (BAPV – sobreposto e BIPV - integrado);</li><li>• Tipos de estruturas de fixação dos painéis e suas aplicações.</li></ul>
Instalar painéis fotovoltaicos em telhados	<ul style="list-style-type: none"><li>• Orientações para instalação de painéis fotovoltaicos e suportes metálicos;</li><li>• Apresentação das ferramentas utilizadas para montagem de sistemas fotovoltaicos;</li><li>• Boas práticas de manuseio e montagem de painéis fotovoltaicos.</li></ul>
Instalar e ativar um sistema solar fotovoltaico conectado à rede	<ul style="list-style-type: none"><li>• Montagem dos dispositivos de proteção, inversores, quadros de distribuição e medidores com conexão ao gerador fotovoltaico;</li><li>• Ativação e medições de grandezas do sistema.</li></ul>
Instalar e ativar outros tipos de sistemas solares fotovoltaicos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Montagem dos dispositivos de proteção e inversores;</li><li>• Montagem de sistemas de bombeamento solar, híbridos e de iluminação com conexão ao gerador fotovoltaico;</li><li>• Ativação e medições de grandezas do sistema.</li></ul>
Instalar e ativar um sistema solar fotovoltaico isolado	<ul style="list-style-type: none"><li>• Montagem dos dispositivos de proteção, inversores, banco de baterias e controlador de carga com conexão ao gerador fotovoltaico;</li><li>• Ativação e medições de grandezas do sistema.</li></ul>
Aplicar normas de instalações de arranjos fotovoltaicos, de instalações elétricas de baixa tensão, SPDA, aterramento e outras afins	Verificação do atendimento às normas aplicáveis.

# ESPECIALISTA TÉCNICO EM ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA



## 1. APRESENTAÇÃO

### 1.1. Objetivo Geral

Formar profissionais para dimensionar, supervisionar, especificar, instalar, operar e manter sistemas fotovoltaicos de acordo com as normas técnicas e procedimentos técnicos e regulamentares, garantindo qualidade e segurança da instalação dos sistemas fotovoltaicos, com o melhor aproveitamento da conversão da irradiação solar em energia elétrica e respeitando o meio ambiente.

### 1.2. Público-alvo

Técnicos de nível médio em eletrotécnica, eletroeletrônica, eletromecânica, eletrônica ou áreas afins.



## 2. DESCRIÇÃO GERAL DA OCUPAÇÃO

ESPECIALISTA TÉCNICO EM ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA	
Educação Profissional	Especialização Técnica
Eixo Tecnológico	Controle e Processos Industriais
Segmento Tecnológico	Energia
Carga Horária Mínima (h)	240
Competência Geral	<p><b>Dimensionar, supervisionar, especificar, instalar, operar e manter sistemas fotovoltaicos</b> de acordo com as normas técnicas e procedimentos técnicos e regulamentares.</p> <p><b>Garantir qualidade e segurança da instalação dos sistemas fotovoltaicos</b> com o melhor aproveitamento da conversão da irradiação solar em energia elétrica, respeitando o meio ambiente.</p>
Requisitos de acesso	Conclusão de curso técnico em eletrotécnica, eletroeletrônica, eletromecânica, eletrônica ou áreas afins.

## 3. UNIDADES DE COMPETÊNCIA

Unidade de Competência 1	<b>Dimensionar os dispositivos dos sistemas fotovoltaicos</b> de acordo com a legislação vigente e normas aplicáveis à qualidade, à segurança e ao meio ambiente.
Unidade de Competência 2	<b>Especificar os componentes dos sistemas fotovoltaicos</b> de acordo com a legislação vigente e normas aplicáveis à qualidade, à segurança e ao meio ambiente.
Unidade de Competência 3	<b>Supervisionar as instalações e as equipes.</b>
Unidade de Competência 4	<b>Instalar sistemas fotovoltaicos</b> de acordo com a legislação vigente e normas aplicáveis à qualidade, à segurança e ao meio ambiente.
Unidade de Competência 5	<b>Realizar a operação e manutenção de sistemas fotovoltaicos</b> de acordo com a legislação vigente e normas aplicáveis à qualidade, à segurança e ao meio ambiente.

## 4. DESENHO CURRICULAR

MÓDULO	UNIDADES CURRICULARES	CARGA HORÁRIA (h)	CARGA HORÁRIA DO MÓDULO (h)
<b>Básico</b>	Revisão de Fundamentos: Circuitos Elétricos Aplicados a Sistemas Fotovoltaicos	8	24
	Fundamentos de Energia Solar Fotovoltaica	16	
<b>Específico</b>	Tecnologia Fotovoltaica: Módulos, Arranjos, Células	16	192
	Sistemas Fotovoltaicos: Isolados, Conectados à Rede, Híbridos, Bombeamento de Água	24	
	Medidas de Segurança do Trabalho Aplicadas ao Setor Fotovoltaico	8	
	Montagem de Sistemas Fotovoltaicos	48	
	Dimensionamento e Simulação de Sistemas Fotovoltaicos	48	
	Consultoria Técnica em Sistemas Fotovoltaicos: Viabilidade, Operação Assistida	24	
	Operação e Manutenção de Sistemas Fotovoltaicos	24	
<b>Projeto</b>	Projeto de Conclusão do Curso	24	24
		<b>TOTAL</b>	<b>240</b>

## 5. DESCRIÇÃO DAS UNIDADES CURRICULARES

### 5.1. Revisão de Fundamentos: Circuitos Elétricos Aplicados a Sistemas Fotovoltaicos

MÓDULO BÁSICO – REVISÃO DE FUNDAMENTOS: CIRCUITOS ELÉTRICOS APLICADOS A SISTEMAS FOTOVOLTAICOS (8h)	
Capacidades Técnicas	Conhecimentos
Compreender conceitos sobre circuitos elétricos de corrente contínua e corrente alternada	Revisão de <b>conceitos básicos</b> sobre: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Circuitos elétricos de corrente elétrica contínua e alternada;</li> <li>• Circuitos elétricos monofásicos e trifásicos (parâmetros elétricos como: tensão elétrica, corrente elétrica, potência elétrica).</li> </ul>

Executar a instalação elétrica e do sistema de aterramento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisão de conceitos sobre instalações elétricas prediais/ residenciais e sistemas de aterramento aplicados a sistemas fotovoltaicos;</li> <li>• Realização de práticas sobre os temas.</li> </ul>
Conhecer e utilizar corretamente os instrumentos de medição das grandezas elétricas	Manuseio de instrumentos de medição das grandezas elétricas (voltímetro, amperímetro, wattímetro, megômetro).
Interpretar desenhos técnicos	Leitura e interpretação de desenhos técnicos.

## 5.2. Fundamentos de Energia Solar Fotovoltaica

### MÓDULO BÁSICO – FUNDAMENTOS DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA (16h)

Capacidades Técnicas	Conhecimentos
Entender o contexto global e nacional da energia elétrica (geração, distribuição e utilização)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fontes renováveis e não renováveis de energia;</li> <li>• Estatísticas globais e nacionais de uso da energia;</li> <li>• Situação energética brasileira;</li> <li>• Legislação vigente (RN 482, RN 687, normas de concessionárias locais).</li> </ul>
Compreender a irradiação solar e sua origem	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Insolação;</li> <li>• Irradiação solar;</li> <li>• Tipos de irradiação solar;</li> <li>• Movimento relativo Terra – Sol.</li> </ul>
Compreender as grandezas e os valores da irradiação solar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grandezas relacionadas com a irradiação solar (tipos);</li> <li>• Medição das grandezas relacionadas com a irradiação solar (equipamentos e estações solarimétricas);</li> <li>• Tipos de sensores de medição de irradiação;</li> <li>• Valores típicos da irradiação solar no Brasil;</li> <li>• Fontes de dados de valores da irradiação solar.</li> </ul>
Conhecer as formas de aproveitamento da energia solar e sua captação máxima	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conversão direta da irradiação solar em calor e em eletricidade (sistemas básicos);</li> <li>• Escolha do posicionamento ideal para maximizar a energia captada;</li> <li>• Usar corretamente dispositivos auxiliares para caracterização de sistemas solares tais como bússola, trena, inclinômetro.</li> </ul>

### 5.3. Tecnologia Solar Fotovoltaica: Módulos, Arranjo, Células

#### MÓDULO ESPECÍFICO –TECNOLOGIA SOLAR FOTOVOLTAICA: MÓDULOS, ARRANJO, CÉLULA (16h)

##### Capacidades Técnicas

##### Conhecimentos

Compreender o funcionamento dos diodos semicondutores

Tipos e funcionalidades dos diodos semicondutores.

Compreender o efeito fotovoltaico

Conceitos básicos relacionados ao efeito fotovoltaico.

Compreender as características das células fotovoltaicas

- Estudo sobre tipos, produção e aspectos construtivos dos diversos tipos de células fotovoltaicas e seus princípios teóricos;
- Interpretação da curva I x V de uma célula fotovoltaica.

Conhecer as características e os componentes de diferentes tipos de módulos fotovoltaicos

- Processo de construção de um módulo fotovoltaico;
- Características técnicas, componentes e parâmetros de funcionamento dos principais tipos de módulos fotovoltaicos.

Identificar as características e os parâmetros relacionados aos arranjos fotovoltaicos

- Estudo sobre arranjos em série e em paralelo das células fotovoltaicas;
- Utilização de diodos de desvio e de fileira;
- Caixa de ligações;
- Parâmetros de qualidade de módulos fotovoltaicos (fator de forma, coeficientes de temperatura, eficiência, entre outros);
- Efeito das condições ambientes e locais (temperatura, sombreamento, etc.) sobre módulos e arranjos fotovoltaicos.

## 5.4. Sistemas Fotovoltaicos: Isolados, Conectados à Rede, Híbridos, Bombeamento de Água

### MÓDULO ESPECÍFICO – SISTEMAS FOTOVOLTAICOS: ISOLADOS, CONECTADOS À REDE, HÍBRIDOS, BOMBEAMENTO DE ÁGUA (24h)

Capacidades Técnicas	Conhecimentos
Conhecer os sistemas fotovoltaicos isolados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Características dos equipamentos e componentes utilizados em sistemas fotovoltaicos isolados;</li> <li>• Medição de parâmetros em sistemas fotovoltaicos isolados;</li> <li>• Normas relacionadas com os sistemas fotovoltaicos isolados;</li> <li>• Instalação elétrica (quadro elétrico, cabeamento, proteções contra descargas atmosféricas, disjuntores, fusíveis e outros elementos do circuito elétrico) relacionada com a aplicação.</li> </ul>
Conhecer os sistemas fotovoltaicos conectados à rede	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Características dos equipamentos e componentes utilizados em sistemas fotovoltaicos conectados à rede;</li> <li>• Medição de parâmetros em sistemas fotovoltaicos conectados à rede;</li> <li>• Normas relacionadas com os sistemas fotovoltaicos conectados à rede;</li> <li>• Instalação elétrica (quadro elétrico, cabeamento, proteções contra descargas atmosféricas, disjuntores, fusíveis e outros elementos do circuito elétrico) relacionada com a aplicação.</li> </ul>
Conhecer outras aplicações dos sistemas fotovoltaicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Características dos equipamentos e componentes utilizados em sistemas fotovoltaicos de bombeamento de água;</li> <li>• Características dos equipamentos e componentes utilizados em sistemas fotovoltaicos de iluminação;</li> <li>• Características dos equipamentos e componentes utilizados em sistemas fotovoltaicos híbridos;</li> <li>• Normas relacionadas com outras aplicações dos sistemas fotovoltaicos;</li> <li>• Instalação elétrica (quadro elétrico, cabeamento, proteções contra descargas atmosféricas, disjuntores, fusíveis e outros elementos do circuito elétrico) relacionada com a aplicação.</li> </ul>

## 5.5. Medidas de Segurança do Trabalho Aplicadas ao Setor Fotovoltaico

### MÓDULO ESPECÍFICO – MEDIDAS DE SEGURANÇA DO TRABALHO APLICADAS AO SETOR FOTOVOLTAICO (8h)

Capacidades Técnicas	Conhecimentos
Avaliar os riscos inerentes à atividade desempenhada	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lista com riscos que envolvem a atividade fim;</li><li>• Riscos na instalação e manutenção.</li></ul>
Aplicar a NR 10 (trabalho com eletricidade)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lista de equipamentos de proteção;</li><li>• Utilização apropriada dos EPIs e EPCs no exercício da atividade;</li><li>• Conhecimento sobre a norma NR 10.</li></ul>
Aplicar a NR 35 (trabalho em altura)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lista de equipamentos de proteção;</li><li>• Utilização apropriada dos EPIs e EPCs no exercício da atividade;</li><li>• Conhecimento sobre a norma NR 35.</li></ul>
Coordenar e fiscalizar as atividades de risco	<ul style="list-style-type: none"><li>• Medidas de segurança de equipes;</li><li>• Mapa de risco inerente à atividade fim.</li></ul>
Conhecer e aplicar técnicas de primeiros socorros	Medidas de primeiros socorros.

## 5.6. Montagem de Sistemas Fotovoltaicos

### MÓDULO ESPECÍFICO – MONTAGEM DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS (48h)

Capacidades Técnicas	Conhecimentos
Montar estrutura de suporte	<ul style="list-style-type: none"><li>• Integração de sistemas fotovoltaicos em edificações (BAPV – sobreposto e BIPV - integrado);</li><li>• Tipos de estruturas de fixação dos painéis e suas aplicações.</li></ul>
Instalar painéis fotovoltaicos em telhados	<ul style="list-style-type: none"><li>• Orientações para instalação de painéis fotovoltaicos e suportes metálicos;</li><li>• Apresentação das ferramentas utilizadas para montagem de sistemas fotovoltaicos;</li><li>• Boas práticas de manuseio e montagem de painéis fotovoltaicos.</li></ul>

Instalar e ativar um sistema solar fotovoltaico conectado à rede

- Montagem dos dispositivos de proteção e inversores;
- Montagem de sistemas de bombeamento solar, híbridos e de iluminação com conexão ao gerador fotovoltaico;
- Ativação e medições de grandezas do sistema.

Instalar e ativar outros tipos de sistemas solares fotovoltaicos

- Montagem dos dispositivos de proteção, inversores e sistemas: de bombeamento solar, híbridos e de iluminação com conexão ao gerador fotovoltaico;
- Ativação e medições de grandezas do sistema.

Instalar e ativar um sistema solar fotovoltaico isolado

- Montagem dos dispositivos de proteção, inversores, banco de baterias, controlador de carga, com conexão ao gerador fotovoltaico;
- Ativação e medições de grandezas do sistema.

Instalar sistemas de aquisição de dados operacionais e solarimétricos

Montagem e ativação dos equipamentos e sensores para medição e aquisição de dados das grandezas elétricas operacionais do sistema fotovoltaico e solarimétricas.

Aplicar normas de instalações de arranjos fotovoltaicos, de instalações elétricas de baixa tensão, SPDA, aterramento e outras afins

Avaliação do atendimento às normas aplicáveis.

Coordenar equipes e elaborar planos de trabalho

Gerenciamento e planejamento de equipes.

## 5.7. Dimensionamento e Simulação de Sistemas Fotovoltaicos

### MÓDULO ESPECÍFICO – DIMENSIONAMENTO E SIMULAÇÃO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS (48h)

Capacidades Técnicas	Conhecimentos
Dimensionar sistemas fotovoltaicos até 75 kW	<ul style="list-style-type: none"><li>• Obtenção dos dados de consumo do cliente;</li><li>• Determinação do potencial solarimétrico do local de instalação do sistema fotovoltaico;</li><li>• Determinação da quantidade e da potência dos painéis fotovoltaicos necessários;</li><li>• Determinação das estruturas mecânicas necessárias para o projeto;</li><li>• Determinação da quantidade e potência dos equipamentos auxiliares, tais como inversores controladores de carga, banco de baterias e demais componentes integrantes do sistema;</li><li>• Determinação das perdas em um sistema FV;</li><li>• Risco do projeto (estrutural).</li></ul>
Utilizar programas de simulação, projetos de sistemas fotovoltaicos e de desenho técnico	<ul style="list-style-type: none"><li>• Utilização de programas de simulação e projetos de sistemas fotovoltaicos;</li><li>• Utilização de programas CAD.</li></ul>
Especificar componentes do sistema fotovoltaico	<ul style="list-style-type: none"><li>• Gerenciamento da qualidade dos componentes de sistemas fotovoltaicos;</li><li>• Especificação dos painéis fotovoltaicos e demais equipamentos;</li><li>• Especificação dos materiais necessários para a montagem do projeto;</li><li>• Determinação da lista de materiais do projeto.</li></ul>
Elaborar o orçamento indicativo para a realização do projeto	Levantamento sobre equipamentos e preços conforme mercado.

## 5.8. Consultoria Técnica em Sistemas Fotovoltaicos: Viabilidade, Operação Assistida

### MÓDULO ESPECÍFICO – CONSULTORIA TÉCNICA EM SISTEMAS FOTOVOLTAICOS: VIABILIDADE, OPERAÇÃO ASSISTIDA (24h)

Capacidades Técnicas	Conhecimentos
Elaborar avaliação financeira	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tarifação da energia elétrica;</li> <li>Parâmetros financeiros relevantes para avaliação para sistemas solares;</li> <li>Legislação brasileira (ICMS, ISS, entre outros) e normas da concessionária local;</li> <li>Linhas de financiamento.</li> </ul>
Elaborar documentos técnicos e instruções	<ul style="list-style-type: none"> <li>Redação técnica de memoriais descritivos e relatórios;</li> <li>Planilha eletrônica;</li> <li>Técnicas de apresentação;</li> <li>Gráficos custos X irradiação X ganhos;</li> <li>Diagramas unifilares;</li> <li>Esquemas de montagem;</li> <li>Elaboração da documentação junto às concessionárias para condições de acesso ao sistema;</li> <li>Estimativa de redução de CO<sub>2</sub>.</li> </ul>
Elaborar material de divulgação para potenciais clientes de sistemas fotovoltaicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desenvolvimento de material de informação técnica e econômica;</li> <li>Técnicas de abordagem comercial.</li> </ul>

## 5.9. Operação e Manutenção de Sistemas Fotovoltaicos

### MÓDULO ESPECÍFICO – OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS (24h)

Capacidades Técnicas	Conhecimentos
Revisar as técnicas e conceitos de manutenção	Técnicas e conceitos relativos à manutenção aplicados a sistemas fotovoltaicos.
Identificar as formas de manutenção empregadas em sistemas fotovoltaicos	Rotinas e procedimentos de manutenção e limpeza de sistemas fotovoltaicos.
Elaborar o plano de manutenção de sistemas fotovoltaicos	Avaliação das condições físicas do local de instalação para manutenção e reparos com o fim de assegurar o atendimento das necessidades técnicas do sistema solar fotovoltaico.
Realizar ações de operação assistida	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conceitos sobre operação assistida;</li> <li>Indicadores de desempenho para monitoramento de sistemas fotovoltaicos: produtividade dos sistemas (kWh/kW), taxa de desempenho, fator de capacidade.</li> </ul>

## 5.10. Projeto de Conclusão de Curso

### MÓDULO PROJETO – PROJETO DE CONCLUSÃO DE CURSO (24h)

#### Capacidades Técnicas

#### Conhecimentos

Avaliar o local e as condições gerais para instalação do sistema fotovoltaico

- Análise das condições do local da instalação;
- Análise de recurso solar no local da instalação e condições de sombreamento;
- Análise dos requisitos técnicos para a conexão do sistema fotovoltaico.

Dimensionar os sistemas e seus componentes de acordo com as características do local definido para o projeto

- Especificação e dimensionamento dos componentes de um sistema fotovoltaico;
- Elaboração de leiaute do sistema fotovoltaico a ser desenvolvido.

Estimar a produção de energia elétrica do sistema proposto

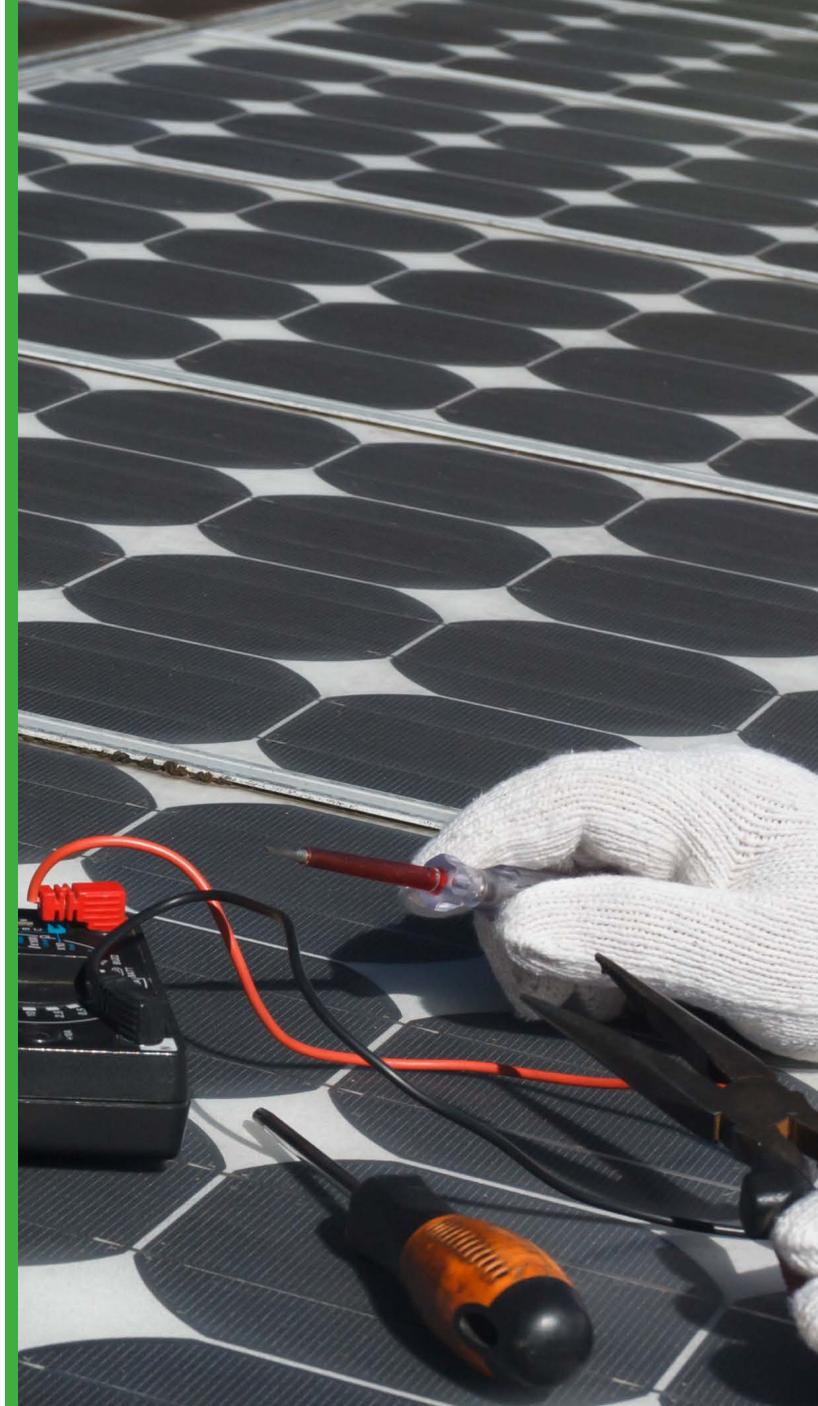
Verificação do dimensionamento e validação dos componentes do sistema fotovoltaico com uso de programas de simulação.

Elaborar documentação técnica do projeto

- Análise da viabilidade financeira do sistema fotovoltaico;
- Elaboração da memória de cálculo e desenhos técnicos;
- Elaboração de plano de trabalho;
- Estimativa da redução de emissões de CO<sub>2</sub>.



# ESPECIALISTA EM SISTEMAS FOTOVOLTAICOS



## 1. APRESENTAÇÃO

### 1.1 Objetivo Geral

Formar profissionais capacitados para projetar, executar, gerenciar e inovar em sistemas fotovoltaicos de acordo com a legislação vigente e normas aplicáveis à qualidade, à saúde, à segurança e ao meio ambiente.

### 1.2. Público-alvo

Engenheiros e tecnólogos em elétrica ou graduações de áreas afins.



## 2. DESCRIÇÃO GERAL DA OCUPAÇÃO

ESPECIALISTA EM SISTEMAS FOTOVOLTAICOS	
Educação Profissional	Pós-graduação Lato Sensu
Eixo Tecnológico	Engenharia de Energia
Segmento Tecnológico	Energia
Carga Horária Mínima (h)	360
Competência Geral	<b>Projetar, executar, gerenciar e inovar em sistemas fotovoltaicos</b> de acordo com a legislação vigente e normas aplicáveis à qualidade, à saúde, à segurança e ao meio ambiente.
Requisitos de acesso	Graduação em Engenharia Elétrica ou em áreas afins

## 3. UNIDADES DE COMPETÊNCIA

Unidade de Competência 1	<b>Projetar sistemas de energia solar fotovoltaica</b> de acordo com a legislação vigente e normas aplicáveis à qualidade, à saúde, à segurança e ao meio ambiente.
Unidade de Competência 2	<b>Gerenciar projetos de energia solar fotovoltaica</b> de acordo com a legislação vigente e normas aplicáveis à qualidade, à saúde, à segurança e ao meio ambiente.
Unidade de Competência 3	<b>Prestar consultoria técnica em sistemas fotovoltaicos</b> de acordo com a legislação vigente e normas aplicáveis à qualidade, à saúde, à segurança e ao meio ambiente.

## 4. DESENHO CURRICULAR

MÓDULO	UNIDADES CURRICULARES	CARGA HORÁRIA (h)	CARGA HORÁRIA DO MÓDULO (h)
<b>Básico</b>	Revisão de Fundamentos: Circuitos Elétricos Aplicados a Sistemas Fotovoltaicos	8	24
	Fundamentos de Energia Solar Fotovoltaica	16	
<b>Específico</b>	Tecnologia Fotovoltaica: Módulos, Arranjos, Células	16	288
	Sistemas Fotovoltaicos: Isolados, Conectados à Rede, Híbridos, Bombeamento de Água	24	
	Medidas de Segurança do Trabalho Aplicadas ao Setor Fotovoltaico	8	
	Montagem de Sistemas Fotovoltaicos	48	
	Dimensionamento e Simulação de Sistemas Fotovoltaicos	48	
	Consultoria Técnica em Sistemas Fotovoltaicos: Viabilidade, Operação Assistida	24	
	Operação e Manutenção de Sistemas Fotovoltaicos	24	
	Gerenciamento de Projetos Aplicados a Sistemas Fotovoltaicos	48	
	Análise Financeira de Sistemas Fotovoltaicos	24	
	Inovação e Empreendedorismo no Setor Fotovoltaico	24	
<b>Projeto</b>	Projeto de Conclusão de Curso	48	48
		<b>TOTAL</b>	<b>360</b>

## 5. DESCRIÇÃO DAS UNIDADES CURRICULARES

### 5.1. Revisão de Fundamentos: Circuitos Elétricos Aplicados a Sistemas Fotovoltaicos

MÓDULO BÁSICO – REVISÃO DE FUNDAMENTOS: CIRCUITOS ELÉTRICOS APLICADOS A SISTEMAS FOTOVOLTAICOS (8h)	
Capacidades Técnicas	Conhecimentos
Compreender conceitos sobre circuitos elétricos de corrente contínua e corrente alternada	<p>Revisão de <b>conceitos básicos</b> sobre:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Circuitos elétricos de corrente elétrica contínua e alternada;</li> <li>• Circuitos elétricos monofásicos e trifásicos (parâmetros elétricos como: tensão elétrica, corrente elétrica, potência elétrica).</li> </ul>
Executar a instalação elétrica e a instalação do sistema de aterramento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisão de conceitos sobre instalações elétricas prediais/ residenciais e sistemas de aterramento aplicados a sistemas fotovoltaicos;</li> <li>• Realização de práticas sobre os temas.</li> </ul>
Conhecer e utilizar corretamente os instrumentos de medição das grandezas elétricas	Manuseio de instrumentos de medição das grandezas elétricas (voltímetro, amperímetro, wattímetro, megômetro).
Interpretar desenhos técnicos	Leitura e interpretação de desenhos técnicos.

### 5.2. Fundamentos de Energia Solar Fotovoltaica

MÓDULO BÁSICO – FUNDAMENTOS DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA (16h)	
Capacidades Técnicas	Conhecimentos
Entender o contexto global e nacional da energia elétrica (geração, distribuição e utilização)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fontes renováveis e não renováveis de energia;</li> <li>• Estatísticas globais e nacionais de uso da energia;</li> <li>• Situação energética brasileira;</li> <li>• Legislação vigente (RN 482, RN 687, normas de concessionárias locais).</li> </ul>
Compreender a irradiação solar e sua origem	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Insolação;</li> <li>• Irradiação solar;</li> <li>• Tipos de irradiação solar;</li> <li>• Espectro da radiação solar;</li> <li>• Movimento relativo Terra – Sol.</li> </ul>

Compreender as grandezas e os valores da irradiação solar

- Grandezas relacionadas com a irradiação solar (tipos);
- Medição das grandezas relacionadas com a irradiação solar (equipamentos e estações solarimétricas);
- Tipos de sensores de medição de irradiação;
- Valores típicos da irradiação solar no Brasil;
- Normas técnicas relativas à medição de radiação solar (recomendações da WMO - Organização Meteorológica Mundial)
- Fontes de dados de valores da irradiação solar;
- Qualificação dos dados de radiação.

Conhecer as formas de aproveitamento da energia solar e sua captação máxima

- Conversão direta da irradiação solar em calor e em eletricidade (sistemas básicos);
- Escolha do posicionamento ideal para maximizar a energia captada;
- Uso correto de dispositivos auxiliares para caracterização de sistemas solares tais como bússola, trena, inclinômetro.

### 5.3. Tecnologia Solar Fotovoltaica: Módulos, Arranjo, Células

#### MÓDULO ESPECÍFICO –TECNOLOGIA SOLAR FOTOVOLTAICA: MÓDULOS, ARRANJO, CÉLULAS (16h)

Capacidades Técnicas	Conhecimentos
Compreender o funcionamento dos diodos semicondutores	Tipos e funcionalidades dos diodos semicondutores.
Compreender o efeito fotovoltaico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conceitos básicos relacionados ao efeito fotovoltaico;</li> <li>• Resposta espectral de células fotovoltaicas.</li> </ul>
Compreender as características das células fotovoltaicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudo sobre tipos, produção e aspectos construtivos dos diversos tipos de células fotovoltaicas e seus princípios teóricos;</li> <li>• Interpretação da curva I x V de uma célula fotovoltaica;</li> <li>• Circuito equivalente de uma célula fotovoltaica;</li> <li>• Equações de simulação de célula fotovoltaica curva IV.</li> </ul>

Conhecer as características e os componentes de diferentes tipos de módulos fotovoltaicos

- Processo de construção de um módulo fotovoltaico;
- Características técnicas, componentes e parâmetros de funcionamento dos principais tipos de módulos fotovoltaicos.

Identificar as características e os parâmetros relacionados aos arranjos fotovoltaicos

- Estudo sobre arranjos em série e em paralelo das células fotovoltaicas;
- Utilização de diodos de desvio e de fileira;
- Caixa de ligações;
- Parâmetros de qualidade de módulos fotovoltaicos (fator de forma, coeficientes de temperatura, eficiência, entre outros);
- Efeito das condições ambientes e locais (temperatura, sombreamento, etc.) sobre módulos e arranjos fotovoltaicos;
- Estudo da curva I x V do arranjo sobre as diferentes condições operacionais.

#### 5.4. Sistemas Fotovoltaicos: Isolados, Conectados à Rede, Híbridos, Bombeamento de Água

##### MÓDULO ESPECÍFICO – SISTEMAS FOTOVOLTAICOS: ISOLADOS, CONECTADOS À REDE, HÍBRIDOS, BOMBEAMENTO DE ÁGUA (24h)

###### Capacidades Técnicas

###### Conhecimentos

Conhecer os sistemas fotovoltaicos isolados

- Características e parâmetros de qualidade dos equipamentos e componentes utilizados em sistemas fotovoltaicos isolados;
- Novas tecnologias relacionadas ao armazenamento e condicionamento de potência;
- Medição de parâmetros em sistemas fotovoltaicos isolados;
- Normas relacionadas com os sistemas fotovoltaicos isolados;
- Instalação elétrica (quadro elétrico, cabeamento, proteções contra descargas atmosféricas, disjuntores, fusíveis e outros elementos do circuito elétrico) relacionada com a aplicação.

Conhecer os sistemas fotovoltaicos conectados à rede

- Características e parâmetros de qualidade dos equipamentos e componentes utilizados em sistemas fotovoltaicos conectados à rede;
- Novas tecnologias relacionadas ao condicionamento de potência;
- Medição de parâmetros em sistemas fotovoltaicos conectados à rede;
- Normas relacionadas com os sistemas fotovoltaicos conectados à rede;
- Integração do gerador fotovoltaico na rede elétrica (influência na qualidade de energia);
- Instalação elétrica (quadro elétrico, cabeamento, proteções contra descargas atmosféricas, disjuntores, fusíveis e outros elementos do circuito elétrico) relacionada com a aplicação.

Conhecer outras aplicações dos sistemas fotovoltaicos

- Características e parâmetros de qualidade dos equipamentos e componentes utilizados em sistemas fotovoltaicos de bombeamento de água;
- Características e parâmetros de qualidade dos equipamentos e componentes utilizados em sistemas fotovoltaicos de iluminação;
- Características e parâmetros de qualidade dos equipamentos e componentes utilizados em sistemas fotovoltaicos híbridos;
- Novas tecnologias relacionadas ao armazenamento, bombeamento e condicionamento de potência;
- Normas relacionadas com outras aplicações dos sistemas fotovoltaicos;
- Instalação elétrica (quadro elétrico, cabeamento, proteções contra descargas atmosféricas, disjuntores, fusíveis e outros elementos do circuito elétrico) relacionada com a aplicação.

## 5.5. Medidas de Segurança do Trabalho Aplicadas ao Setor Fotovoltaico

MÓDULO ESPECÍFICO – MEDIDAS DE SEGURANÇA DO TRABALHO APLICADAS AO SETOR FOTOVOLTAICO (8h)	
Capacidades Técnicas	Conhecimentos
Avaliar os riscos inerentes à atividade desempenhada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lista com riscos que envolvem a atividade fim;</li> <li>• Riscos na instalação e manutenção.</li> </ul>
Aplicar a NR 10 (trabalho em eletricidade)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lista de equipamentos de proteção;</li> <li>• Utilização apropriada dos EPIs e EPCs no exercício da atividade;</li> <li>• Conhecimento sobre a norma NR 10.</li> </ul>
Aplicar a NR 35 (trabalho em altura)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lista de equipamentos de proteção;</li> <li>• Utilização apropriada dos EPIs e EPCs no exercício da atividade;</li> <li>• Conhecimento sobre a norma NR 35.</li> </ul>
Coordenar e fiscalizar as atividades de risco	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medidas de segurança de equipes;</li> <li>• Mapa de risco inerente à atividade fim.</li> </ul>
Conhecer e aplicar técnicas de primeiros socorros	Medidas de primeiros socorros.

## 5.6. Montagem de Sistemas Fotovoltaicos

MÓDULO ESPECÍFICO – MONTAGEM DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS (48h)	
Capacidades Técnicas	Conhecimentos
Montar estrutura de suporte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Integração de sistemas fotovoltaicos em edificações (BAPV – sobreposto e BIPV - integrado);</li> <li>• Tipos de estruturas de fixação dos painéis e suas aplicações.</li> </ul>
Instalar painéis fotovoltaicos em telhados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orientações para instalação de painéis fotovoltaicos e suportes metálicos;</li> <li>• Apresentação das ferramentas utilizadas para montagem de sistemas fotovoltaicos;</li> <li>• Boas práticas de manuseio e montagem de painéis fotovoltaicos.</li> </ul>

Instalar e ativar um sistema solar fotovoltaico conectado à rede

- Montagem dos dispositivos de proteção e inversores;
- Montagem de sistemas de bombeamento solar, híbridos e de iluminação com conexão ao gerador fotovoltaico;
- Ativação e medições de grandezas do sistema.

Instalar e ativar outros tipos de sistemas solares fotovoltaicos

- Montagem dos dispositivos de proteção, inversores e sistemas: de bombeamento solar, híbridos e de iluminação com conexão ao gerador fotovoltaico;
- Ativação e medições de grandezas do sistema.

Instalar e ativar um sistema solar fotovoltaico isolado

- Montagem dos dispositivos de proteção, inversores, banco de baterias, controlador de carga, com conexão ao gerador fotovoltaico;
- Ativação e medições de grandezas do sistema.

Instalar sistemas de aquisição de dados operacionais e solarimétricos

Montagem e ativação dos equipamentos e sensores para medição e aquisição de dados das grandezas elétricas operacionais do sistema fotovoltaico e solarimétricas.

Aplicar normas de instalações de arranjos fotovoltaicos, de instalações elétricas de baixa tensão, SPDA, aterramento e outras afins

Avaliação do atendimento às normas aplicáveis.

Coordenar equipes e elaborar planos de trabalho

Gerenciamento e planejamento de equipes.

## 5.7. Dimensionamento e Simulação de Sistemas Fotovoltaicos

### MÓDULO ESPECÍFICO – DIMENSIONAMENTO E SIMULAÇÃO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS (48h)

Capacidades Técnicas	Conhecimentos
Avaliar possíveis locais de instalação de usinas	Noções sobre prospecção de locais (utilização de programas de sistemas de informações georreferenciadas).
Dimensionar sistemas fotovoltaicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtenção dos dados de consumo do cliente;</li> <li>• Determinação do potencial solarimétrico do local de instalação do sistema fotovoltaico;</li> <li>• Determinação da quantidade e da potência dos painéis fotovoltaicos necessários;</li> <li>• Determinação das estruturas mecânicas necessárias para o projeto;</li> <li>• Determinação da quantidade e potência dos equipamentos auxiliares, tais como inversores, controladores de carga, banco de baterias e demais componentes integrantes do sistema;</li> <li>• Determinação das perdas em um sistema fotovoltaico;</li> <li>• Riscos do projeto (estrutural).</li> </ul>
Dimensionar usinas fotovoltaicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudo do leiaute de usinas fotovoltaicas;</li> <li>• Topologias de inversores para usinas fotovoltaicas;</li> <li>• Sistemas com rastreamento solar;</li> <li>• Diagramas unifilares de usinas fotovoltaicas.</li> </ul>
Utilizar programas de simulação, projetos de sistemas fotovoltaicos e de desenho técnico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilização de programas de simulação e projetos de sistemas fotovoltaicos;</li> <li>• Utilização de programas CAD.</li> </ul>
Especificar componentes do sistema fotovoltaico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerenciamento da qualidade dos componentes de sistemas fotovoltaicos;</li> <li>• Especificação dos painéis fotovoltaicos e demais equipamentos;</li> <li>• Especificação dos materiais necessários para a montagem do projeto;</li> <li>• Determinação da lista de materiais do projeto.</li> </ul>
Elaborar o orçamento indicativo para a realização do projeto	Levantamento sobre equipamentos e preços conforme mercado.

## 5.8. Consultoria Técnica em Sistemas Fotovoltaicos: Viabilidade, Operação Assistida

### MÓDULO ESPECÍFICO – CONSULTORIA TÉCNICA EM SISTEMAS FOTOVOLTAICOS: VIABILIDADE, OPERAÇÃO ASSISTIDA (24h)

Capacidades Técnicas	Conhecimentos
Elaborar avaliação financeira	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tarifação da energia elétrica;</li> <li>• Parâmetros financeiros relevantes para avaliação para sistemas solares;</li> <li>• Legislação brasileira (ICMS, ISS, entre outros) e normas da concessionária local;</li> <li>• Linhas de financiamento.</li> </ul>
Elaborar documentos técnicos e instruções	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redação técnica de memoriais descritivos e relatórios;</li> <li>• Planilha eletrônica;</li> <li>• Técnicas de apresentação;</li> <li>• Gráficos custos X irradiação X ganhos;</li> <li>• Diagramas unifilares;</li> <li>• Esquemas de montagem;</li> <li>• Elaboração da documentação junto às concessionárias para condições de acesso ao sistema;</li> <li>• Estimativa de redução de CO<sub>2</sub>.</li> </ul>
Elaborar material de divulgação para potenciais clientes de sistemas fotovoltaicos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desenvolvimento de material de informação técnica e econômica;</li> <li>• Técnicas de abordagem comercial.</li> </ul>

## 5.9. Operação e Manutenção de Sistemas Fotovoltaicos

### MÓDULO ESPECÍFICO – OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS (24h)

Capacidades Técnicas	Conhecimentos
Revisar as técnicas e conceitos de manutenção	Técnicas e conceitos relativos à manutenção aplicados a sistemas fotovoltaicos.
Identificar as formas de manutenção empregadas em sistemas fotovoltaicos	Rotinas e procedimentos de manutenção e limpeza de sistemas fotovoltaicos.
Elaborar o plano de manutenção de sistemas fotovoltaicos	Avaliação das condições físicas do local de instalação para manutenção e reparos com o fim de assegurar o atendimento das necessidades técnicas do sistema solar fotovoltaico.

Realizar ações de operação assistida	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conceitos sobre operação assistida;</li> <li>• Figuras de mérito para monitoramento de sistemas fotovoltaicos: produtividade dos sistemas (kWh/kW), taxa de desempenho, fator de capacidade;</li> <li>• Impacto da sujeira e degradação dos módulos fotovoltaicos;</li> <li>• Indisponibilidade da geração.</li> </ul>
Comissionar usinas fotovoltaicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Normas relativas ao comissionamento de usinas fotovoltaicas;</li> <li>• Procedimentos de ensaios e testes;</li> <li>• Equipamentos (megômetro, traçador de curva I x V, câmera termográfica).</li> </ul>
Diagnosticar falhas em usinas fotovoltaicas	Utilização de instrumentos de medição (megômetro, traçador de curva I x V, câmera termográfica).

## 5.10. Gerenciamento de Projetos Aplicados a Sistemas Fotovoltaicos

### MÓDULO ESPECÍFICO – GERENCIAMENTO DE PROJETOS APLICADOS A SISTEMAS FOTOVOLTAICOS (48h)

Capacidades Técnicas	Conhecimentos
Compreender as etapas de elaboração e implementação de um projeto fotovoltaico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificação das características técnicas necessárias para a elaboração do projeto;</li> <li>• Avaliação de impactos (econômico, social e ambiental) na execução do projeto;</li> <li>• Planejamento e organização das etapas de implementação do projeto;</li> <li>• Planejamento e organização das etapas de implementação do projeto.</li> </ul>
Executar projetos de sistemas fotovoltaicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metodologias e ferramentas de gerenciamento de projeto;</li> <li>• Aplicação de metodologias de gerenciamento de projetos;</li> <li>• Gerenciamento de equipes de trabalho.</li> </ul>
Elaborar documentação técnica	Elaboração de projeto executivo, fluxogramas, cronogramas e outros documentos.

## 1.1. Análise Financeira de Sistemas Fotovoltaicos

MÓDULO ESPECÍFICO – ANÁLISE FINANCEIRA DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS (24h)	
Capacidades Técnicas	Conhecimentos
Conhecer políticas e formas de financiamento para sistemas fotovoltaicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Situação do mercado fotovoltaico no Brasil e no mundo;</li> <li>Políticas públicas para energia solar fotovoltaica;</li> <li>Linhas de financiamento e de fomento da tecnologia fotovoltaica.</li> </ul>
Elaborar estudos de diligência prévia ( <i>due diligence</i> ) de projetos de sistemas fotovoltaicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Parâmetros financeiros;</li> <li>Avaliação de riscos de investimento e financiamento;</li> <li>Elaboração de plano de negócio.</li> </ul>
Realizar a análise de investimento em sistemas fotovoltaicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudo do retorno financeiro de um sistema fotovoltaico;</li> <li>Estudo das condições de aquisição de sistemas fotovoltaicos: linhas de crédito, tempo de pagamento do sistema, taxas de juros, reajustes, incentivos e subsídios governamentais, receitas e despesas, fluxo de caixa.</li> </ul>

## 5.11. Inovação e Empreendedorismo no Setor Fotovoltaico

MÓDULO ESPECÍFICO – INOVAÇÃO E EMPREENDEDORISMO NO SETOR FOTOVOLTAICO (24h)	
Capacidades Técnicas	Conhecimentos
Conhecer técnicas de inovação	<ul style="list-style-type: none"> <li>Exemplos de aplicação e integração de módulos e células solares em produtos e em serviços;</li> <li>Conceitos de inovação;</li> <li>Prospecção tecnológica;</li> <li>Processo de pedidos de registro de marcas e patentes.</li> </ul>
Aplicar técnicas de empreendedorismo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Empreendedores X administradores;</li> <li>Oportunidades e ideias: características e perfil do empreendedor;</li> <li>Técnicas de negociação;</li> <li>Conceitos de <i>marketing</i>;</li> <li>Incubação, aceleração e <i>startups</i>;</li> <li>Estudo de viabilidade do plano de negócios;</li> <li>Constituição de empresas no setor fotovoltaico.</li> </ul>

## 5.12. Projeto de Conclusão de Curso

### MÓDULO PROJETO – PROJETO DE CONCLUSÃO DE CURSO (48h)

Capacidades Técnicas	Conhecimentos
Avaliar o local e as condições gerais para instalação de sistema fotovoltaico de médio ou grande porte	<ul style="list-style-type: none"> <li>Análise das condições do local da instalação;</li> <li>Análise de recurso solar no local da instalação e condições de sombreamento;</li> <li>Análise dos requisitos técnicos para a conexão do sistema fotovoltaico.</li> </ul>
Dimensionar um sistema fotovoltaico de médio ou grande porte e seus componentes de acordo com as características do local definido para o projeto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Especificação e dimensionamento dos componentes de um sistema fotovoltaico;</li> <li>Elaboração de leiaute do sistema fotovoltaico a ser desenvolvido.</li> </ul>
Estimar a produção de energia elétrica do sistema proposto	Verificação do dimensionamento e validação dos componentes do sistema fotovoltaico com uso de programas de simulação.
Elaborar um estudo de viabilidade econômica do sistema proposto	Análise econômica do projeto fotovoltaico conectado à rede elétrica.
Elaborar documentação técnica do sistema	<ul style="list-style-type: none"> <li>Análise da viabilidade financeira do sistema fotovoltaico;</li> <li>Elaboração da memória de cálculo e desenhos técnicos;</li> <li>Elaboração do memorial descritivo;</li> <li>Elaboração de um plano de trabalho;</li> <li>Estimativa da redução de emissões de CO<sub>2</sub>.</li> </ul>



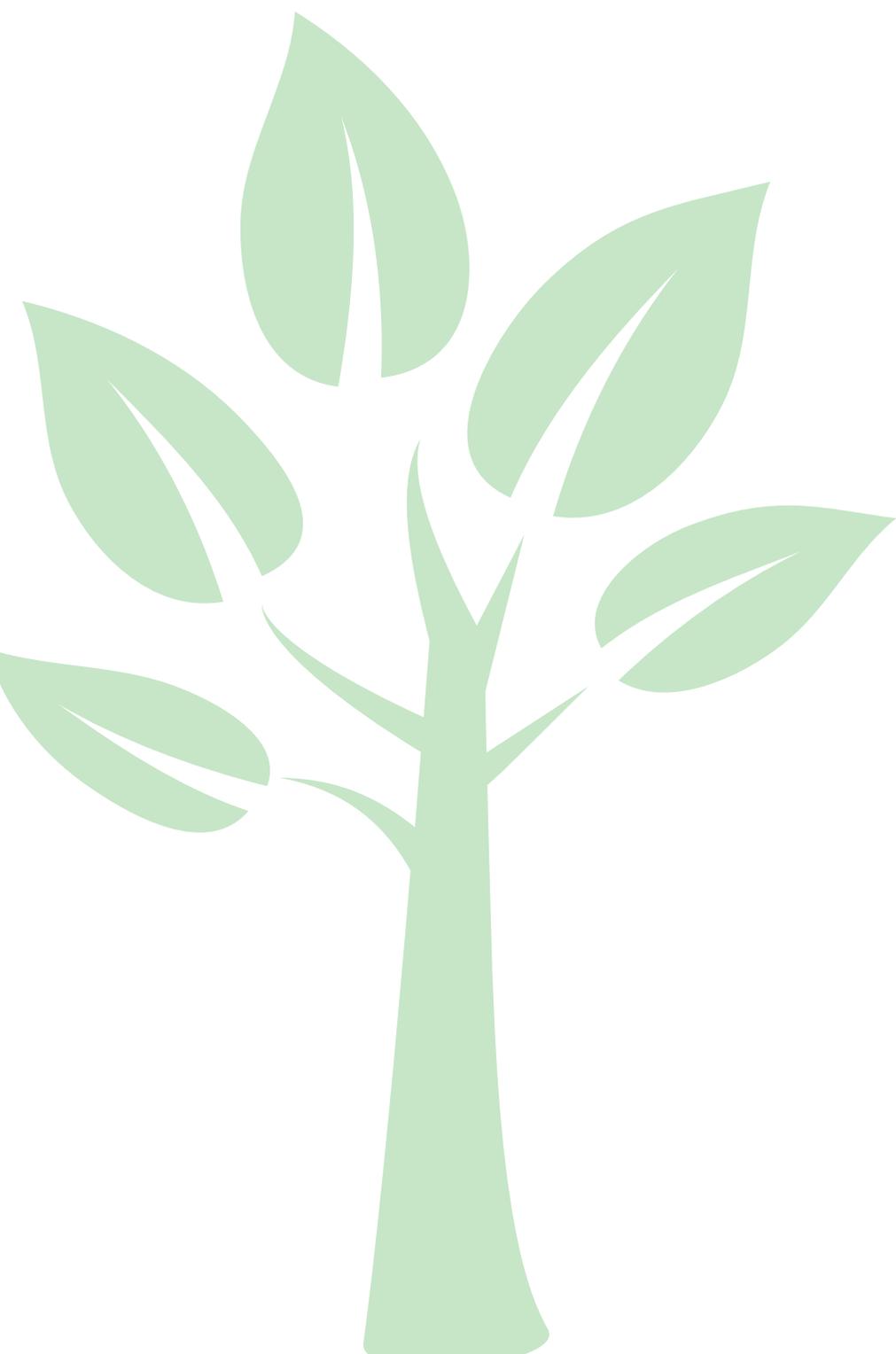


# ENERGIA EÓLICA

## AUTORES

Alexandro Vladno da Rocha (IFRN);  
Ivan Jorge Gabe (IFRS);  
Luanda Kívia de Oliveira Rodrigues (IFBA).

Além dos professores supracitados, que tiveram participação direta, a elaboração desse documento contou com a colaboração dos especialistas Clênio Rene Kurz Bohmer (IFSul), Klaus P. Albrechtsen (GIZ), Robercy Alves da Silva (IFRN).



# ESPECIALISTA EM PROJETOS DE GERAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA



## 1. APRESENTAÇÃO

### 1.1. Objetivo Geral

Capacitar profissionais para desenvolver projetos de geração de energia elétrica através da fonte eólica, seja ela de micro, mini ou grande porte. Aborda-se o projeto desde o planejamento até a conclusão e avaliação dos resultados obtidos.

### 1.2. Público-alvo

Profissionais tecnólogos e engenheiros das áreas de energia, elétrica, mecânica, civil e afins que desejam trabalhar com projetos de geração em energia eólica.



## 2. DESCRIÇÃO GERAL DA OCUPAÇÃO

### ESPECIALISTA EM PROJETOS DE GERAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA

<b>Educação Profissional</b>	Pós-Graduação Lato Sensu
<b>Eixo Tecnológico</b>	Controle e Processos Industriais
<b>Segmento Tecnológico</b>	Energia
<b>Carga Horária Mínima (h)</b>	460
<b>Competência Geral</b>	Desenvolver projetos de geração de energia elétrica através da fonte eólica
<b>Requisitos de acesso</b>	Graduação em Engenharia ou em Curso superior em tecnologia nas áreas de Energia, Elétrica, Mecânica, Civil e afins.

## 3. UNIDADES DE COMPETÊNCIA

<b>Unidade de Competência 1</b>	<b>Conceituar projetos de geração de energia</b> , definindo suas fases e objetivos a serem alcançados, levando em consideração a característica estocástica do vento.
<b>Unidade de Competência 2</b>	<b>Diferenciar os componentes, suas características técnicas e o seu correto dimensionamento</b> na integração com os demais no projeto de geração de energia eólica.
<b>Unidade de Competência 3</b>	<b>Estimar a produção de energia elétrica através da fonte de energia eólica</b> através de medições e análises estatísticas do vento.

## 4. DESENHO CURRICULAR

MÓDULO	UNIDADES CURRICULARES	CARGA HORÁRIA (h)	CARGA HORÁRIA DO MÓDULO (h)
<b>Básico</b>	Gestão de Projetos	60	
	Estatística Aplicada	60	
	Fundamentos de Energia Eólica	60	280
	Estações Anemométricas	60	
	Gestão Ambiental	40	
<b>Específico</b>	Projetos de Geração Eólica de Pequeno Porte	60	140
	Projetos de Parques Eólicos	80	
<b>Projeto</b>	Projeto de Conclusão de Curso	40	40
		<b>TOTAL</b>	<b>460</b>

## 5. DESCRIÇÃO DAS UNIDADES CURRICULARES

### 5.1. Gestão de Projetos

MÓDULO BÁSICO – GESTÃO DE PROJETOS (60h)	
Capacidades Técnicas	Conhecimentos
Conceituar projeto em todo o seu escopo	<p><b>Conceitos Iniciais</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conceitos básico de gestão de projetos;</li> <li>• Variáveis na gestão de projetos;</li> <li>• Iniciação e gestão do escopo de projetos.</li> </ul>
Planejar a utilização de recursos e seus métodos de estimação	<p><b>Planejamento</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• O conceito de WBS (EAP);</li> <li>• Atribuições de recursos;</li> <li>• Métodos de estimação de recursos e duração.</li> </ul>
Aprender sobre o gerenciamento do tempo, riscos e incertezas inerentes a qualquer projeto	<p><b>Gestão do Tempo, Riscos e Incertezas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sequenciando as atividades;</li> <li>• Cronograma do projeto;</li> <li>• Gestão de riscos e incertezas.</li> </ul>
Desenvolver projetos na prática	<p><b>Projeto</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Controle de projetos;</li> <li>• Gerenciando projetos inovadores (prática).</li> </ul>

### 5.2. Estatística Aplicada

MÓDULO BÁSICO – ESTATÍSTICA APLICADA (60h)	
Capacidades Técnicas	Conhecimentos
Conceituar probabilidade e seus teoremas	<p><b>Conceitos Iniciais</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Probabilidade;</li> <li>• Teoremas da probabilidade;</li> <li>• Teorema de Bayes.</li> </ul>
Conhecer as principais funções de probabilidade e densidade de probabilidade e suas aplicações no estudo do vento	<p><b>Funções de Probabilidade e Densidade de Probabilidade</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funções de probabilidade e densidade de probabilidade;</li> <li>• Parâmetros e suas propriedades;</li> <li>• A distribuição normal;</li> <li>• A distribuição de Weibull;</li> <li>• A distribuição de Gumbel e Log-Pearson III;</li> <li>• Aplicações com dados de vento.</li> </ul>

Estimar características de uma população a partir de dados amostrais

#### Testes Paramétricos

- Parâmetros e tabelas de frequência;
- Intervalos de confiança;
- Teste de hipóteses;
- Comparação entre médias e variância.

Estimar características de uma população a partir de dados não paramétricos

#### Testes Não Paramétricos

- Análise de variância;
- Coeficiente de correlação e estimação pelos mínimos quadrados.

### 5.3. Fundamentos de Energia Eólica

#### MÓDULO BÁSICO – FUNDAMENTOS DE ENERGIA EÓLICA (60h)

##### Capacidades Técnicas

##### Conhecimentos

Compreender os princípios básicos da energia dos ventos e sua conversão para outras formas de energia e aprender os principais aspectos relacionados ao comportamento do vento

#### Vento

- Fontes do vento;
- A atmosfera terrestre;
- A circulação geral da atmosfera;
- As forças envolvidas no vento;
- Ventos próximos à superfície;
- Ciclones, anticiclones e tornados;
- Escalas do vento;
- A circulação geral, secundária e terciária do vento.

#### Recurso Eólico

- A potência do vento;
- Fatores influentes na energia do vento;
- Natureza estocástica do vento;
- Distribuição de Weibull;
- A direção do vento.

Conhecer o funcionamento das turbinas eólicas comerciais

### **Turbina Eólica**

- Conversão de energia;
- Classificação das turbinas;
- Torque de uma turbina;
- Forças e turbinas de sustentação e arraste;
- O limite de Lanchester-Betz-Joukowski;
- O limite de Betz;
- Coeficiente e curva de potência de uma turbina;
- Pás de uma turbina (material e dimensionamento);
- Aerofólios e aerodinâmica;
- Controle de potência de uma turbina;
- Fator de capacidade de uma turbina;
- Repotenciação de uma turbina;
- Ciclo de vida de uma turbina;
- Vibração de uma turbina;
- Novos projetos de turbinas eólicas.

Compreender o funcionamento dos componentes e características construtivas de um aerogerador

### **Aerogerador**

- Componentes e montagem de um aerogerador;
- Controle de frequência de um aerogerador;
- Geradores eólicos;
- Aerogerador com gerador assíncrono;
- Aerogerador com gerador síncrono;
- Uso de caixa de engrenagens em aerogeradores;
- Produção de energia de um aerogerador;
- Performance de um aerogerador;
- Perdas elétricas;
- Classificação dos aerogeradores.

## 5.4. Estações Anemométricas

### MÓDULO BÁSICO – ESTAÇÕES ANEMOMÉTRICAS (60h)

Capacidades Técnicas	Conhecimentos
Efetuar medições que constituirão banco de dados permanente e referencial para estudos sobre a energia eólica e para o desenvolvimento de instrumental técnico voltado ao planejamento, à operação e à integração de parques eólicos ao sistema elétrico nacional	<p><b>Medição do Vento</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Instrumentos de medição;</li> <li>• Tipos de anemômetros;</li> <li>• Sistemas de sensoriamento remoto;</li> <li>• <i>Datalogger</i>;</li> <li>• Campanha de medição;</li> <li>• Calibração;</li> <li>• Instalação da torre de medição;</li> <li>• Montagem dos anemômetros;</li> <li>• Avaliação preliminar de um site;</li> <li>• Critérios para análise de dados.</li> </ul>
Compreender as instruções gerais para o cumprimento das determinações legais estabelecidas referente às medições anemométricas e climatológicas em parques eólicos	<p><b>Instruções para medições anemométricas e climatológicas em parques eólicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Especificações das estações e dos equipamentos de medição;</li> <li>• Cadastramento e intervenções;</li> <li>• Protocolo de envio e formato de dados.</li> </ul>

## 5.5. Gestão Ambiental

### MÓDULO BÁSICO – GESTÃO AMBIENTAL (40h)

Capacidades Técnicas	Conhecimentos
Compreender a abrangência da questão ambiental em projetos eólicos	<p><b>Introdução à gestão e educação ambiental</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conservação de recursos e proteção ambiental;</li> <li>• Sistema de gestão ambiental;</li> <li>• Riscos ambientais e responsabilidade social.</li> </ul>
Conhecer e interpretar a legislação aplicada	<p><b>Políticas e legislação ambiental</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Legislação nacional, estadual e local;</li> <li>• Normas aplicáveis;</li> <li>• Aplicação de normas de eliminação e descarte.</li> </ul>
Reconhecer os ritos e dados necessários à elaboração e aprovação do processo de licenciamento ambiental	<p><b>Licenciamento Ambiental</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Relatório de Impacto Ambiental.</li> </ul>

## 5.6. Projetos de Geração Eólica de Pequeno Porte

### MÓDULO ESPECÍFICO – PROJETOS DE GERAÇÃO EÓLICA DE PEQUENO PORTE (60h)

#### Capacidades Técnicas

#### Conhecimentos

Reconhecer as tecnologias de aerogeradores de pequeno porte e suas especificações

#### Tipos de Aerogeradores

- Rotor Horizontal;
- Rotor Savonius;
- Rotor Daerrius;
- Rotor H-Daerrius;
- Tecnologias do conjunto gerador e conversor de energia.

Conhecer as características entre a operação isolada de aerogeradores e a conectada à rede elétrica

#### Tipos de conexão de aerogeradores

- Sistemas isolados;
- Sistemas conectados à rede;
- Sistemas híbridos.

Correlacionar os dados de coletas anemométricas com a tecnologia de aerogeradores adequada

#### Estimativa da Produção de Energia

- Curva de carga do aerogerador versus distribuição de Weibull;
- Potencial de geração de energia.

Estimar a produção de energia com base nos dados anemométricos e a tecnologia de aerogerador empregado, e analisar a viabilidade técnico-econômica

#### Projeto e Viabilidade

- Especificações dos equipamentos;
- Estimativa e produção de energia;
- Normas e regulamentações aplicadas a mini e microgeração de energia elétrica;
- Projeto da geração de energia elétrica;
- Cálculo de viabilidade técnico-econômica.

## 5.7. Projetos de Parques Eólicos

### MÓDULO ESPECÍFICO – PROJETOS DE PARQUES EÓLICOS (80h)

#### Capacidades Técnicas

#### Conhecimentos

**Reconhecer as tecnologias e especificações técnicas dos aerogeradores de grande porte**

#### **Aerogeradores de Grande Porte**

- Tecnologias associadas ao acoplamento entre a turbina e o gerador de energia;
- Tecnologias aerodinâmicas das turbinas;
- Especificações técnicas dos aerogeradores;
- Análise da curva de potência de aerogeradores;
- Impacto do aerogerador na rede elétrica.

**Analisar preliminarmente projetos eólicos**

#### **Análise preliminar**

- Consulta a atlas eólicos públicos e privados;
- Definir macroáreas de interesse;
- Pré-análise ambiental de viabilidade de licenciamento;
- Elaboração e consulta de a mapa eólico (mesoescala) local.

**Conhecer sobre prospecção e arrendamento de área no poligonal a ser avaliado**

#### **Prospecção e arrendamento de área**

- Elaboração da matriz de responsabilidades;
- Potencial de geração de energia;
- Visita a campo para coleta de informações iniciais;
- Análise do relatório de campo;
- Redefinir áreas de macro interesse;
- Elaboração de pré-leiaute e escolha dos pontos das torres anemométricas;
- Elaboração do plano de arrendamento;
- Elaboração do plano de aquisições de torres anemométricas;
- Elaboração do plano de instalação de torres anemométricas;
- Levantamento e cadastramento das informações da área de projeto;
- Confirmação de viabilidade ambiental;
- Confirmação de engenharia de viabilidade construtiva;
- Avaliação do projeto.

**Medir e avaliar os recursos a serem aplicados**

#### **Avaliação dos Recursos**

- Verificação dos pontos de instalação das torres anemométricas;
- Prosseguimento do plano de arrendamento e início do pré-georreferenciamento;
- Licenciamento ambiental das torres anemométricas;
- Instalação das torres anemométricas;
- Coleta e análise anual dos dados das torres anemométrica;
- Revisão do potencial eólico da região;
- Elaboração do leiaute inicial e estimativa de produção de energia;
- Elaboração do cronograma de instalação das torres anemométricas;
- Revisão do plano de arrendamentos.

**Efetuar as atividades de engenharia, *micrositing* e certificação como etapas finais do ciclo de desenvolvimento do projeto**

#### **Engenharia, *Micrositing* e Certificação**

- Verificação dos pontos de instalação das torres anemométricas adicionais;
- Prosseguimento do plano de arrendamento e início do georreferenciamento;
- Licenciamento ambiental das torres anemométricas adicionais;
- Coleta e análise bienal dos dados das torres anemométrica;
- Elaboração do leiaute final e estimativa de produção de energia (*micrositing*);
- Elaboração dos estudos ambientais para a obtenção de Licença Prévia (LP);
- Elaboração do projeto básico de engenharia;
- Obtenção da Licença Prévia (LP);
- Obtenção da certificação de energia;
- Conclusão da regularização fundiária;
- Consolidação de todas as informações do projeto e análise financeira;
- Análise dos resultados finais.

### **5.8. Projeto de Conclusão de Curso**

#### **MÓDULO PROJETO – PROJETO DE CONCLUSÃO DE CURSO (40h)**

##### **Capacidades Técnicas**

Elaborar um projeto de parque eólico ou usina de pequeno porte

##### **Conhecimentos**

- Desenvolvimento de projeto;
- Conceitos sobre o vento e a energia eólica;
- Parques eólicos ou usinas de pequeno porte.



# ESPECIALISTA EM OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE PARQUES EÓLICOS



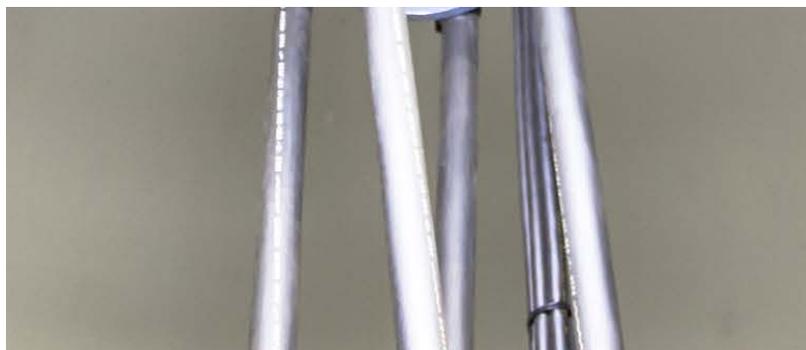
## 1. APRESENTAÇÃO

### 1.1. Objetivo Geral

Desenvolver conhecimentos técnicos teóricos e práticos necessários para operação e manutenção de parques eólicos, respeitando as normas de segurança e especificações dos fabricantes de equipamentos.

### 1.2. Público-alvo

Técnicos formados nas áreas elétrica, de automação, mecânica, de materiais e afins que desejam trabalhar em operação e manutenção de parques eólicos.



## 2. DESCRIÇÃO GERAL DA OCUPAÇÃO<sup>1</sup>

### INTRODUÇÃO À MONTAGEM E OPERAÇÃO DE GRANDES PARQUES EÓLICOS

<b>Educação Profissional</b>	Especialização Técnica
<b>Eixo Tecnológico</b>	Controle e Processos Industriais
<b>Segmento Tecnológico</b>	Energia
<b>Carga Horária Mínima (h)</b>	512
<b>Competência Geral</b>	<b>Operar e Manter Parques Eólicos</b>
<b>Requisitos de acesso</b>	Conclusão de curso técnico em elétrica, automação, mecânica, materiais e áreas afins.

## 3. UNIDADES DE COMPETÊNCIA

<b>Unidade de Competência 1</b>	<b>Operar um parque eólico</b> , no que se refere aos sistemas de controle e gestão da geração de energia elétrica.
<b>Unidade de Competência 2</b>	<b>Realizar as manutenções corretivas, preventivas e preditivas</b> , necessárias ao bom funcionamento dos aerogeradores em um parque eólico.
<b>Unidade de Competência 3</b>	<b>Identificar falhas nos sistemas de geração de energia eólica e trabalhar na sua prevenção</b> propondo e desenvolvendo soluções.
<b>Unidade de Competência 4</b>	<b>Supervisionar o funcionamento de um parque eólico</b> , por meio do sistema de supervisão e aquisição de dados (SCADA).

<sup>1</sup> Ressalta-se que para a empregabilidade do profissional no mercado de mercado, faz-se necessária a certificação em pelo menos três normas reguladoras do Ministério do Trabalho, apresentadas no **ANEXO I** desse documento. Além disso, o empregado necessita de atestado médico que comprove condições favoráveis de saúde para exercer trabalho em altura.

## 4. DESENHO CURRICULAR

MÓDULO	UNIDADES CURRICULARES	CARGA HORÁRIA (h)	CARGA HORÁRIA DO MÓDULO (h)
<b>Básico</b>	Fundamentos da Energia Eólica	60	152
	Técnicas de Torqueamento	16	
	Medições Anemométricas para Energia Eólica	16	
	Sistemas Elétricos de Potência de Parques Eólicos	60	
<b>Específico</b>	Operação e Supervisão de Parques Eólicos	40	340
	Planejamento da Manutenção em Aerogeradores	60	
	Manutenção de Sistemas Elétricos em Aerogeradores	80	
	Manutenção de Sistemas Hidráulicos em Aerogeradores	80	
	Manutenção de Sistemas Mecânicos em Aerogeradores	80	
		<b>TOTAL</b>	<b>492</b>

## 5. DESCRIÇÃO DAS UNIDADES CURRICULARES

### 5.1. Fundamentos da Energia Eólica

#### MÓDULO BÁSICO – FUNDAMENTOS DA ENERGIA EÓLICA (60h)

##### Capacidades Técnicas

Compreender os princípios básicos da energia dos ventos e sua conversão para outras formas de energia e aprender os principais aspectos relacionados ao comportamento do vento

##### Conhecimentos

##### Vento

- Fontes do vento;
- A atmosfera terrestre;
- A circulação geral da atmosfera;
- As forças envolvidas no vento;
- Ventos próximos à superfície;
- Ciclones, anticiclones e tornados;
- Escalas do vento;
- A circulação geral, secundária e terciária do vento.

##### Recurso Eólico

- A potência do vento;
- Fatores influentes na energia do vento;
- Natureza estocástica do vento;
- Distribuição de Weibull;
- A direção do vento.

Conhecer o funcionamento das turbinas eólicas comerciais

### **Turbina Eólica**

- Conversão de energia;
- Classificação das turbinas;
- Torque de uma turbina;
- Forças e turbinas de sustentação e arraste;
- O limite de Lanchester-Betz-Joukowski;
- O limite de Betz;
- Coeficiente e curva de potência de uma turbina;
- Pás de uma turbina (material e dimensionamento);
- Aerofólios e aerodinâmica;
- Controle de potência de uma turbina;
- Fator de capacidade de uma turbina;
- Repotenciação de uma turbina;
- Ciclo de vida de uma turbina;
- Vibração de uma turbina;
- Novos projetos de turbinas eólicas.

Compreender o funcionamento dos componentes e características construtivas de um aerogerador

### **Aerogerador**

- Componentes e montagem de um aerogerador;
- Controle de frequência de um aerogerador;
- Geradores eólicos;
- Aerogerador com gerador assíncrono;
- Aerogerador com gerador síncrono;
- Uso de caixa de engrenagens em aerogeradores;
- Produção de energia de um aerogerador;
- Performance de um aerogerador;
- Perdas elétricas;
- Classificação dos aerogeradores.

## 5.2. Técnicas de Torqueamento

### MÓDULO BÁSICO – TÉCNICAS DE TORQUEAMENTO –(16h)

Capacidades Técnicas	Conhecimentos
Utilizar a metodologia de torqueamento manual e hidráulico conforme normas técnicas aplicáveis	<p><b>Materiais</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Propriedades dos materiais: fadiga e curva de elasticidade;</li> <li>• Tipos e classes de parafusos;</li> <li>• Tipos de roscas e porcas.</li> </ul> <p><b>Princípios do Torque</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unidades de torque;</li> <li>• Técnicas e sequência de torqueamento;</li> <li>• Pré-carga;</li> <li>• Coeficiente de atrito e influência da lubrificação;</li> <li>• Métodos de medição;</li> <li>• Torquímetros.</li> </ul> <p><b>Inspeção de Parafusos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uniões aparafusadas;</li> <li>• Em estruturas metálicas;</li> <li>• Influência das imperfeições.</li> </ul>
	<p>Avaliar riscos das atividades de montagem de torqueamento</p> <p>Executar e verificar torque nos vários componentes de aerogeradores</p>

## 5.3. Medições Anemométricas para Energia Eólica

### MÓDULO BÁSICO – MEDIÇÕES ANEMOMÉTRICAS PARA ENERGIA EÓLICA (16h)

Capacidades Técnicas	Conhecimentos
Efetuar medições que constituirão banco de dados permanente e referencial para estudos sobre a energia eólica e para o desenvolvimento de instrumental técnico voltado ao planejamento, à operação e à integração de parques eólicos ao sistema elétrico nacional	<p><b>Medição do Vento</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Instrumentos de medição;</li> <li>• Tipos de anemômetros;</li> <li>• Sistemas de sensoriamento remoto;</li> <li>• <i>Datalogger</i>;</li> <li>• Campanha de medição;</li> <li>• Calibração;</li> <li>• Instalação da torre de medição;</li> <li>• Montagem dos anemômetros;</li> <li>• Avaliação preliminar de um site;</li> <li>• Critérios para análise de dados.</li> </ul>

## 5.4. Sistemas Elétricos de Potência de Parques Eólicos

### MÓDULO BÁSICO – SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA DE PARQUES EÓLICOS (60h)

#### Capacidades Técnicas

#### Conhecimentos

Conhecer a estrutura geral de um sistema elétrico de potência, a função de cada um de seus componentes e a sua interligação com a rede elétrica

#### Estrutura

- Estrutura organizacional do setor elétrico brasileiro;
- Estrutura de um Sistema Elétrico de Potência (SEP) de um parque eólico;
- Geração de energia elétrica;
- Subestações;
- Rede de transmissão, subtransmissão e de distribuição de energia;
- Equipamentos de proteção.

Conhecer a características do sistema elétrico de potência, o sistema interligado nacional e suas especificidades, além das tendências tecnológicas e comerciais para o mercado de energia elétrica no Brasil

#### Características do Sistema Elétrico Brasileiro

- Características do sistema elétrico brasileiro;
- Geração de energia elétrica no Brasil;
- Sistema Interligado Nacional (SIN);
- Transmissão de energia elétrica no Brasil;
- Sistemas de distribuição no Brasil;
- Tendências para o mercado de energia elétrica.

Saber identificar componentes e interpretar o funcionamento de um sistema elétrico de potência através de diagramas esquemáticos

#### Representação Esquemática

- Representação esquemática de sistemas de potência;
- Características dos sistemas elétricos de potência;
- Representação do sistema elétrico.

## 5.5. Operação e Supervisão de Parques Eólicos

### MÓDULO ESPECÍFICO – OPERAÇÃO E SUPERVISÃO DE PARQUES EÓLICOS (40h)

#### Capacidades Técnicas

#### Conhecimentos

Conhecer os conceitos gerais de operação e as várias fases de sua atuação em um parque eólico

#### Conceitos Gerais de Operação de um Parque Eólico

- Planejamento e pré-operação;
- Operação em tempo real: centro de supervisão;
- Pós-operação.

Conhecer o funcionamento geral de um parque eólico, saber monitorar os principais parâmetros e propor ações de controle operativo nos aerogeradores

#### Operação de um Parque Eólico

- Visão geral dos aerogeradores com indicativo da condição operacional instantânea do parque;
- Monitoramento de cada aerogerador (potência, velocidade do vento, estado de guinada, ângulo de pitch, alarmes, etc.);
- Ações de controle operativo nos aerogeradores.

Gerenciar a operação de um parque eólico

#### Gestão da Operação de um Parque Eólico

- Impactos da operação do parque eólico;
- Gestão da operação;
- Relacionamento com agentes do sistema elétrico de potência.

Conhecer as funcionalidades e atuações dos sistemas supervisórios para monitoramento e do centro de supervisão de um parque eólico

#### Sistemas Supervisórios

- Sistema de Controle Supervisório e Aquisição de Dados - SCADA;
- Centros de supervisão e controle.

## 5.6. Planejamento e Manutenção em Aerogeradores

### MÓDULO ESPECÍFICO – PLANEJAMENTO E MANUTENÇÃO DE AEROGERADORES (60h)

#### Capacidades Técnicas

#### Conhecimentos

Conhecer e saber aplicar os conceitos de manutenção

Conceitos de manutenção corretiva, preventiva e preditiva.

Aplicar métodos e técnicas de avaliação e controle, a fim de que se tenha um diagnóstico da eficácia e eficiência da manutenção

#### Técnicas de Aumento de Confiabilidade

- Fatores que influenciam a indisponibilidade do forçada e programada;
- Fatores que influenciam na necessidade de uma manutenção preditiva;
- Análise do modo e efeito de falha - FMEA;
- Método de análise e solução de problemas - MASP.

Estabelecer planos de manutenção

#### Planejamento e Organização da Manutenção

- Otimização da manutenção;
- Confiabilidade centrada na manutenção (RCM);
- Monitoramento de condições e diagnóstico de máquinas;
- Recursos humanos e materiais;
- Custos do ciclo de vida;
- Controle da manutenção.

## 5.7. Manutenção de Sistemas Elétricos em Aerogeradores

### MÓDULO ESPECÍFICO – MANUTENÇÃO DE SISTEMAS ELÉTRICOS EM AEROGERADORES (80h)

#### Capacidades Técnicas

#### Conhecimentos

Conhecer os principais componentes elétricos de um aerogerador

#### Eletricidade Básica

- Características elétricas dos materiais;
- Propriedades elétricas estáticas e dinâmicas;
- Leis de Ohm;
- Potência e energia elétrica;
- Unidades de medida (tensão, corrente, resistência, correntes contínua e alternada);
- Conceitos de curto circuito e circuito fechado;
- Conceito de circuito em série e circuito em paralelo;
- Instrumentos de medição (voltímetro, amperímetro e ohmímetro).

Compreender documentos e a projetos que especificam procedimentos de manutenção elétrica

### **Leitura e Interpretação de Documentos Técnicos**

- Simbologia de circuitos elétricos;
- Diagramas elétricos;
- Documentação técnica;
- Diagramas unifilares e multifilares.

Reconhecer os sistemas elétricos básicos dos aerogeradores e aplicar os conceitos de manutenção conforme especificações do fabricante

### **Componentes elétricos dos aerogeradores**

- Transformadores;
- Unidades estáticas de conversão de energia;
- Acionamentos elétricos de sistemas auxiliares;
- Gerador elétrico;
- Cabeamento;
- Sistemas de proteção.

Demonstrar técnicas de segurança adequadas e o uso adequado de equipamentos de proteção pessoal

- Práticas de trabalho seguras e princípios de manutenção preventiva;
- Técnicas de segurança no isolamento de sistemas mecânicos.

## 5.8. Manutenção de Sistemas Hidráulicos em Aerogeradores

### MÓDULO ESPECÍFICO – MANUTENÇÃO DE SISTEMAS HIDRÁULICOS EM AEROGERADORES (80h)

#### Capacidades Técnicas

#### Conhecimentos

Utilizar instrumentos e equipamentos adequados na manutenção de sistemas hidráulicos em aerogeradores

#### Princípios Físicos da Hidráulica

- Pressão e vazão volumétrica;
- Instrumentos de medição de pressão.

#### Componentes de Sistemas Hidráulicos

- Mangueiras;
- Tubulações;
- Válvulas;
- Conectores;
- Cilindros.

#### Propriedade dos Sistemas Hidráulicos

- Pressão de estanqueidade;
- Temperatura;
- Óleos hidráulicos: função e propriedade dos óleos, análise da amostra de óleo, marcação e rotulação.

Reconhecer os sistemas hidráulicos básicos dos aerogeradores e aplicar os conceitos de manutenção conforme especificações do fabricante

- Leitura e interpretação de documentos técnicos;
- Diagramas esquemáticos;
- Diagrama de blocos de circuitos hidráulicos.

Compreender a logística necessária para a manutenção de sistemas hidráulicos de aerogeradores e montar circuitos de sistemas hidráulicos de aerogeradores

#### Montagem de Sistemas Hidráulicos

- Principais sistemas hidráulicos em aerogeradores;
- Mangueiras, tubulações, válvulas e conectores.

Demonstrar técnicas de segurança adequadas e o uso adequado de equipamentos de proteção pessoal

- Práticas de trabalho seguras e princípios de manutenção preventiva.
- Técnicas de segurança no isolamento de sistemas mecânicos.

## 5.9. Manutenção de Sistemas Mecânicos em Aerogeradores

### MÓDULO ESPECÍFICO: MANUTENÇÃO DE SISTEMAS MECÂNICOS EM AEROGERADORES – (80h)

Capacidades Técnicas	Conhecimentos
Conhecer os principais componentes mecânicos de uma turbina eólica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Mainbearing</i> (Mancal principal);</li> <li>• <i>Pitchbearing</i> (Mancal de inclinação);</li> <li>• <i>Yawbearing</i> (Mancal de guinada);</li> <li>• <i>Pitch drive</i> (Acionamento de inclinação);</li> <li>• <i>Yaw drive</i> (Acionamento de guinada);</li> <li>• <i>Yawbrakes</i> (Freio de movimento de guinada);</li> <li>• <i>Gearbox</i> (Caixa de engrenagem);</li> </ul>
Identificar caixas de velocidades de turbinas eólicas e outros sistemas mecânicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operação de unidades de velocidade variável;</li> <li>• Operação de várias caixas de engrenagens (helicoidal, espora e roda sem-fim) e identificação de falhas típicas e seus sintomas.</li> </ul>
Compreender as atividades preventivas de manutenção de sistemas mecânicos de turbinas eólicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manutenção preventiva da turbina eólica (de acordo com o planejamento da manutenção);</li> <li>• Procedimentos de reparação mecânica;</li> <li>• Requisitos de lubrificação;</li> <li>• Potenciais falhas mecânicas associadas às atividades de manutenção.</li> </ul>
Ter os domínios das técnicas adequadas para inspecionar, desmontar e remontar sistemas mecânicos de turbinas eólicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Função dos lubrificantes e como selecionar lubrificantes corretos para aplicações específicas;</li> <li>• Identificação dos vários tipos de rolamento (rolo, bola, etc.), removê-los e montá-los corretamente, entender suas aplicações típicas e reconhecer defeitos comuns;</li> <li>• Remoção e substituição dos selos, juntas e vedação das glândulas;</li> <li>• Equipamentos de medição para identificação dos diferentes tipos de roscas de parafuso por meio de diâmetro externo, diâmetro interno, forma de rosca e afinação;</li> <li>• Técnicas adequadas de lubrificação e manutenção preventiva, juntamente com os procedimentos de reparação mecânica aplicáveis.</li> </ul>

Usar a terminologia comum da manutenção da turbina e demonstrar habilidades práticas de medição/ matemática

- Equipamentos de medição para identificação dos diferentes tipos de roscas de parafuso por meio de diâmetro externo, diâmetro insidioso, forma de rosca e afinação;
- Identificação, seleção e uso de fixadores de rosca padrão;
- Cálculos de torque de fecho roscados;
- Montagem e reparo de parafusos roscados;
- Tipos de energia e cálculos de energia, trabalho e torque.

Demonstrar técnicas de segurança adequadas e o uso adequado de equipamentos de proteção pessoal

- Práticas de trabalho seguras e princípios de manutenção preventiva;
- Técnicas de segurança no isolamento de sistemas mecânicos.

# ESPECIALISTA EM IMPLANTAÇÃO E COMISSIONAMENTO DE PARQUES EÓLICOS



## 1. APRESENTAÇÃO

### 1.1. Objetivo Geral

Capacitar o estudante em conhecimentos técnicos, teóricos e práticos necessários para a implantação e comissionamento de parques eólicos, respeitando as normas de segurança e especificações dos fabricantes de equipamentos.

### 1.2. Público-alvo

Egressos dos cursos técnicos nas grandes áreas de Mecânica e Elétrica que queiram atuar na montagem e instalação de parques eólicos..



## 2. DESCRIÇÃO GERAL DA OCUPAÇÃO<sup>2</sup>

### ESPECIALISTA EM IMPLANTAÇÃO E COMISSONAMENTO DE PARQUES EÓLICOS

<b>Educação Profissional</b>	Especialização Técnica
<b>Eixo Tecnológico</b>	Controle e Processos Industriais
<b>Segmento Tecnológico</b>	Energia
<b>Carga Horária Mínima (h)</b>	400
<b>Competência Geral</b>	<b>Montar e Instalar Sistemas</b> integrantes de Parque Eólico
<b>Requisitos de acesso</b>	Conclusão de curso técnico em elétrica, automação, mecânica ou áreas afins.

## 3. UNIDADES DE COMPETÊNCIA

<b>Unidade de Competência 1</b>	Planejar o processo de montagem de componentes em aerogeradores.
<b>Unidade de Competência 2</b>	Controlar a conformidade dos processos e dos componentes de aerogeradores.
<b>Unidade de Competência 3</b>	Realizar a montagem e comissionamento de componentes eletroeletrônicos, mecânicos e hidráulicos de parques eólicos.

## 4. DESENHO CURRICULAR

MÓDULO	UNIDADES CURRICULARES	CARGA HORÁRIA (h)	CARGA HORÁRIA DO MÓDULO (h)
<b>Básico</b>	Fundamentos em Energia Eólica	60	100
	Logística na Montagem de Parques Eólicos	24	
	Técnicas de Torqueamento	16	
<b>Específico</b>	Procedimentos para Montagem de Aerogeradores	60	300
	Montagem de Sistemas Mecânicos de Aerogeradores	80	
	Montagem de Sistemas Elétricos de Aerogeradores	80	
	Montagem de Sistemas Hidráulicos de Aerogeradores	80	
<b>TOTAL</b>			<b>400</b>

<sup>2</sup> Ressalta-se que para a empregabilidade do profissional no mercado de mercado, faz-se necessária a certificação em pelo menos três normas reguladoras do Ministério do Trabalho e Emprego, apresentadas no ANEXO I desse documento.

## 5. DESCRIÇÃO DAS UNIDADES CURRICULARES

### 5.1. Fundamentos em Energia Eólica

#### MÓDULO BÁSICO – FUNDAMENTOS DA ENERGIA EÓLICA (60h)

##### Capacidades Técnicas

Compreender os princípios básicos da energia dos ventos e sua conversão para outras formas de energia e aprender os principais aspectos relacionados ao comportamento do vento

##### Conhecimentos

###### Vento

- Fontes do vento;
- A atmosfera terrestre;
- A circulação geral da atmosfera;
- As forças envolvidas no vento;
- Ventos próximos à superfície;
- Ciclones, anticiclones e tornados;
- Escalas do vento;
- A circulação geral, secundária e terciária do vento.

###### Recurso Eólico

- A potência do vento;
- Fatores influentes na energia do vento;
- Natureza estocástica do vento;
- Distribuição de Weibull;
- A direção do vento.

###### Turbina Eólica

Conhecer o funcionamento das turbinas eólicas comerciais

- Conversão de energia;
- Classificação das turbinas;
- Torque de uma turbina;
- Forças e turbinas de sustentação e arraste;
- O limite de Lanchester-Betz-Joukowski;
- O limite de Betz;
- Coeficiente e curva de potência de uma turbina;
- Pás de uma turbina (material e dimensionamento);
- Aerofólios e aerodinâmica;
- Controle de potência de uma turbina;
- Fator de capacidade de uma turbina;
- Repotenciação de uma turbina;
- Ciclo de vida de uma turbina;
- Vibração de uma turbina;
- Novos projetos de turbinas eólicas.

Compreender o funcionamento dos componentes e características construtivas de um aerogerador

### Aerogerador

- Componentes e montagem de um aerogerador;
- Controle de frequência de um aerogerador;
- Geradores eólicos;
- Aerogerador com gerador assíncrono;
- Aerogerador com gerador síncrono;
- Uso de caixa de engrenagens em aerogeradores;
- Produção de energia de um aerogerador;
- Performance de um aerogerador;
- Perdas elétricas;
- Classificação dos aerogeradores.

## 5.2. Logística na Montagem de Parques Eólicos

### MÓDULO BÁSICO – LOGÍSTICA NA MONTAGEM DE PARQUES EÓLICOS (24h)

#### Capacidades Técnicas

Identificar ferramentas mecânicas específicas, aplicar técnicas de trabalho adequadas em atividades de montagem mecânica e inspecionar equipamentos e acessórios antes da sua utilização

#### Conhecimentos

Normatização (normas nacionais e internacionais).

Avaliar procedimento de movimentação de carga, identificar o tipo de carga a ser movimentada ou transportada e eventuais obstáculos, e analisar o esforço físico necessário e o trajeto envolvidos para a execução da tarefa.

#### Procedimentos de Movimentação

- Capacidade de carga, limites de tensão toleráveis, intervalos de inspeção, critérios de descarte;
- Avaliação de desgaste;
- Requisitos de segurança operacional.

Orientar atividades de movimentação de cargas, avaliar adequação dos equipamentos de movimentação de carga e as características do piso em que será realizada a movimentação

### Normas

- Norma ASME B 30.5 (padronização de sinais).

### Equipamentos de movimentação de cargas

- Guindaste;
- Munck;
- Empilhadeira;
- Ponte rolante;
- Trole;
- Tirfor;

### Movimentação de cargas por guindastes

- Cabos de aço;
- Moitão;
- Manilha;
- Estropo;
- Grampos ("clips");
- Cintas e ganchos;
- Olhais de ancoragem;
- Dispositivos de içamento e movimentação;
- Dispositivos de montagem.

## 5.3. Técnicas de Torqueamento

### MÓDULO BÁSICO – TÉCNICAS DE TORQUEAMENTO (16h)

#### Capacidades Técnicas

Utilizar a metodologia de torqueamento manual e hidráulico conforme normas técnicas aplicáveis

#### Conhecimentos

##### Materiais

- Propriedades dos materiais: fadiga e curva de elasticidade;
- Tipos e classes de parafusos;
- Tipos de roscas e porcas.

##### Princípios do Torque

- Unidades de torque;
- Técnicas e sequência de torqueamento;
- Pré-carga;
- Coeficiente de atrito e influência da lubrificação;
- Métodos de medição;
- Torquímetros.

##### Inspeção de Parafusos

- Uniões aparafusadas;
- Em estruturas metálicas;
- Influência das imperfeições.

Avaliar riscos das atividades de montagem de torqueamento	Uso adequado das ferramentas manuais e pneumáticas.
Executar e verificar torque nos vários componentes de aerogeradores	<p><b>Verificação de Esforços</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Esforços em uniões de aerogeradores;</li> <li>• Verificação de uniões aparafusadas.</li> </ul>

#### 5.4. Procedimentos para Montagem de Aerogeradores

MÓDULO ESPECÍFICO – PROCEDIMENTOS PARA MONTAGEM DE AEROGERADORES (60h)	
Capacidades Técnicas	Conhecimentos
Interpretar os procedimentos da empresa de acordo com normas internas de qualidade	Normatização (normas nacionais e internacionais).
Avaliar as peças e insumos de acordo com especificações técnicas, controlar a rastreabilidade dos processos, analisar resultados de ensaios e testes e elaborar relatórios de controle de conformidade	<p><b>Planejamento e controle do processo de montagem</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leiaute, ciclo produtivo, sequenciamento, controle de estoque e elaboração de relatórios;</li> <li>• Coleta de dados e análise de resultados;</li> <li>• Redação técnica.</li> </ul>
Verificar a validade da calibração e aferição de instrumentos de medidas elétricas e mecânicas	<p><b>Instrumentos de Medida</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Instrumentos de medidas elétricas e mecânicas;</li> <li>• Calibração e aferição de instrumentos.</li> </ul>
Montar equipamentos para realização, preparar o local e realizar testes e ensaios eletromecânicos	<p><b>Procedimentos de ensaio e verificação</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Forças mecânicas;</li> <li>• Torqueamento;</li> <li>• Vibração;</li> <li>• Balanceamento;</li> <li>• Espessuras de camadas de tintas;</li> <li>• Soldagem.</li> </ul>
Testar o funcionamento dos servomecanismos e realizar o pré-comissionamento dos componentes	<p><b>Ensaio, Comissionamentos e Inspeção</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pré-comissionamento dos servomecanismos eletromecânicos e hidráulicos;</li> <li>• Ensaio e verificações elétricas;</li> <li>• Inspeção dos componentes elétricos: isolamento, resistência de contato e sistema de baterias.</li> </ul>

## 5.5. Montagem de Sistemas Mecânicos de Aerogeradores

### MÓDULO ESPECÍFICO – MONTAGEM DE SISTEMAS MECÂNICOS DE AEROGERADORES (80h)

#### Capacidades Técnicas

Utilizar instrumentos e equipamentos adequados na montagem de sistemas mecânicos em aerogeradores

Selecionar as peças de acordo com o projeto de montagem de sistemas mecânicos de aerogeradores, observando projetos, normas técnicas e orientações do fabricante

Compreender a logística necessária para a montagem e montar os circuitos de sistemas mecânicos de aerogeradores

#### Conhecimentos

##### Princípios Físicos e Mecânicos

- Tipos de carga: tração e torque;
- Tipos de junção: conexão por parafusos, soldas e encaixes;
- Rolamentos;
- Acoplamentos mecânicos.

##### Componentes de Sistemas Mecânicos em Aerogeradores

- Propriedades mecânicas e tecnológicas de materiais: aço, metais não ferrosos e polímeros utilizados em aerogeradores;
- Elementos mecânicos e suas funções: pinos, molas, acoplamentos, parafusos e rolamentos.

##### Leitura e Interpretação de Documentos Técnicos

- Normas técnicas, manuais técnicos, protocolos e procedimentos;
- Detalhes específicos dos componentes;
- Fundamentos de desenho técnico mecânico: vistas totais e parciais, vistas detalhadas, cortes e seções, cotação;
- Tolerâncias de forma e posição.

##### Montagem

- Procedimentos conforme norma e orientações de manuais do fabricante;
- Preparação da montagem;
- Ferramentas específicas;
- Ferramentas de grandes dimensões;
- Detalhamento de montagem específica de cada componente conforme instruções do fabricante: nacele, pás, caixa de engrenagens, rolamentos e freios;
- Localização dos componentes;
- Uso de equipamentos de elevação.

## 5.6. Montagem de Sistemas Elétricos de Aerogeradores

### MÓDULO ESPECÍFICO – MONTAGEM DE SISTEMAS ELÉTRICOS DE AEROGERADORES (80h)

#### Capacidades Técnicas

Utilizar instrumentos e equipamentos apropriados para a montagem de sistemas elétricos em aerogeradores

Selecionar componentes de acordo com o projeto de montagem elétrica dos aerogeradores

Montar os sistemas elétricos dos aerogeradores conforme especificações do fabricante

#### Conhecimentos

##### Eletricidade Básica

- Características elétricas dos materiais;
- Propriedades elétricas estáticas e dinâmicas;
- Leis de Ohm;
- Potência e energia elétrica;
- Unidades de medida (tensão, corrente, resistência, correntes contínua e alternada);
- Conceitos de curto circuito e circuito fechado;
- Conceito de circuito em série e circuito em paralelo.

##### Medidas Elétricas

- Instrumentos de medida (voltímetro, amperímetro e ohmímetro).

##### Leitura e Interpretação de Documentos Técnicos

- Simbologia de circuitos elétricos;
- Diagramas elétricos;
- Documentação técnica;
- Diagramas unifilares e multifilares.

##### Componentes elétricos dos aerogeradores

- Transformadores;
- Unidades estáticas de conversão de energia;
- Acionamentos elétricos de sistemas auxiliares;
- Gerador elétrico;
- Cabeamento;
- Sistemas de proteção.

## 5.7. Montagem de Sistemas Hidráulicos em Aero geradores

### MÓDULO ESPECÍFICO – MONTAGEM DE SISTEMAS HIDRÁULICOS EM AEROGERADORES (80h)

#### Capacidades Técnicas

Utilizar instrumentos e equipamentos adequados na montagem de sistemas hidráulicos em aerogeradores

Selecionar as peças de acordo com o projeto de montagem de sistemas hidráulicos de aerogeradores

Compreender a logística necessária para a montagem e montar circuitos de sistemas hidráulicos de aerogeradores.

#### Conhecimentos

##### Princípios Físicos da Hidráulica

- Pressão e vazão volumétrica;
- Instrumentos de medida de pressão.

##### Componentes de Sistemas Hidráulicos

- Mangueiras;
- Tubulações;
- Válvulas;
- Conectores;
- Cilindros.

##### Propriedade dos Sistemas Hidráulicos

- Pressão de estanqueidade;
- Temperatura;
- Óleos hidráulicos: função e propriedade dos óleos, análise da amostra de óleo, marcação e rotulação.

- Leitura e interpretação de documentos técnicos;
- Diagramas esquemáticos;
- Diagrama de blocos de circuitos hidráulicos.

##### Montagem de Sistemas Hidráulicos

- Principais sistemas hidráulicos em aerogeradores;
- Mangueiras, tubulações, válvulas e conectores.



# ESPECIALISTA EM FABRICAÇÃO E REPARAÇÃO DE PÁS DE AEROGERADORES



## 1. APRESENTAÇÃO

### 1.1. Objetivo Geral

Desenvolver as habilidades necessárias para trabalhar na fabricação e reparo de pás de aerogeradores, respeitando as normas de segurança e especificações dos fabricantes de equipamentos.

### 1.2. Público-alvo

Profissionais que já atuam na área, bem como jovens e adultos com ensino fundamental completo que desejem atuar na fabricação e reparação de pás de aerogeradores.



## 2. DESCRIÇÃO GERAL DA OCUPAÇÃO<sup>3</sup>

### ESPECIALISTA EM FABRICAÇÃO E REPARAÇÃO DE PÁS DE AEROGERADORES

<b>Educação Profissional</b>	Qualificação Profissional
<b>Eixo Tecnológico</b>	Controle e Processos Industriais
<b>Segmento Tecnológico</b>	Energia
<b>Carga Horária Mínima (h)</b>	280
<b>Competência Geral</b>	<b>Fabricar componentes em compósito</b> com foco em pás para aerogeradores de modo a fortalecer o trabalho em equipe e a preservação do local de trabalho.
<b>Requisitos de acesso</b>	Ensino Fundamental completo.

## 3. UNIDADES DE COMPETÊNCIA

<b>Unidade de Competência 1</b>	<b>Compreender os princípios básicos de um aerogerador e a importância das pás</b> para o sistema com perspectiva técnica, econômica e ambiental.
<b>Unidade de Competência 2</b>	<b>Conhecer as propriedades mecânicas dos compósitos</b> com foco naquelas primordiais para fabricação de pás para aerogerador.
<b>Unidade de Competência 3</b>	<b>Fabricar componentes em materiais compósitos</b> , bem como garantir melhor acabamento da pá para o bom desempenho do aerogerador.
<b>Unidade de Competência 4</b>	<b>Executar técnicas de reparos em materiais compósitos</b> para garantir maior vida útil da pá.

## 4. DESENHO CURRICULAR

MÓDULO	UNIDADES CURRICULARES	CARGA HORÁRIA (h)	CARGA HORÁRIA DO MÓDULO (h)
<b>Básico</b>	Fundamentos da Energia Eólica	60	90
	Tecnologia de Materiais Compósitos	30	
<b>Específico</b>	Fabricação de Componentes em Materiais Compósitos	70	190
	Acabamento em Componentes de Materiais Compósitos	40	
	Reparos em Componentes de Materiais Compósitos	40	
	Inspeção e Reparo de Pás Eólicas	40	
<b>TOTAL</b>			<b>280</b>

<sup>3</sup> Ressalta-se que, dependendo da função a ser exercida pelo egresso no mercado de trabalho, poderá ser necessária a certificação nas normas reguladoras do Ministério do Trabalho apresentadas no ANEXO I desse documento.

## 5. DESCRIÇÃO DAS UNIDADES CURRICULARES

### 5.1. Fundamentos da Energia Eólica

#### MÓDULO BÁSICO – FUNDAMENTOS DA ENERGIA EÓLICA (60h)

##### Capacidades Técnicas

Compreender os princípios básicos da energia dos ventos e sua conversão para outras formas de energia e aprender os principais aspectos relacionados ao comportamento do vento

Conhecer o funcionamento das turbinas eólicas comerciais

##### Conhecimentos

###### Vento

- Fontes do vento;
- A atmosfera terrestre;
- A circulação geral da atmosfera;
- As forças envolvidas no vento;
- Ventos próximos à superfície;
- Ciclones, anticiclones e tornados;
- Escalas do vento;
- A circulação geral, secundária e terciária do vento.

###### Recurso Eólico

- A potência do vento;
- Fatores influentes na energia do vento;
- Natureza estocástica do vento;
- Distribuição de Weibull;
- A direção do vento.

###### Turbina Eólica

- Conversão de energia;
- Classificação das turbinas;
- Torque de uma turbina;
- Forças e turbinas de sustentação e arraste;
- O limite de Lanchester-Betz-Joukowski;
- O limite de Betz;
- Coeficiente e curva de potência de uma turbina;
- Pás de uma turbina (material e dimensionamento);
- Aerofólios e aerodinâmica;
- Controle de potência de uma turbina;
- Fator de capacidade de uma turbina;
- Repotenciação de uma turbina;
- Ciclo de vida de uma turbina;
- Vibração de uma turbina;
- Novos projetos de turbinas eólicas.

Compreender o funcionamento dos componentes e características construtivas de um aerogerador

### Aerogerador

- Componentes e montagem de um aerogerador;
- Controle de frequência de um aerogerador;
- Geradores eólicos;
- Aerogerador com gerador assíncrono;
- Aerogerador com gerador síncrono;
- Uso de caixa de engrenagens em aerogeradores;
- Produção de energia de um aerogerador;
- Performance de um aerogerador;
- Perdas elétricas;
- Classificação dos aerogeradores.

## 5.2. Tecnologia de Materiais Compósitos

### MÓDULO BÁSICO – TECNOLOGIA DE MATERIAIS COMPÓSITOS (30h)

#### Capacidades Técnicas

#### Conhecimentos

Determinar os componentes constituintes de materiais compósitos

Componentes de um material compósitos (fibras e matrizes).

Compreender as propriedades fluido-mecânicas de materiais compósitos

Propriedades fluido-mecânicas, flexão, tensão, deformação, rugosidade, força de arrasto.

Conhecer os processos de fabricação de materiais compósitos.

Tipos de modelagem e bobinamentos.

Conhecer a arquitetura dos compósitos.

Arquitetura dos compósitos laminados e sanduíches.

### 5.3. Fabricação de Componentes em Materiais Compósitos

#### MÓDULO ESPECÍFICO – FABRICAÇÃO DE COMPONENTES EM MATERIAIS COMPÓSITOS (70h)

##### Capacidades Técnicas

Produzir peças em materiais compósitos por meio do processo de fabricação mais indicado para cada componente

##### Medidas Mecânicas

- Definições;
- Sistema de unidades;
- Tolerâncias;
- Instrumentos: tipos, aplicações, manuseio e calibração.

Preparar moldes utilizados na fabricação de componentes compósitos, interpretar projetos de componentes de pás eólicas e resultados de ensaios e testes

##### Interpretação de Projetos

- Desenho de componentes de materiais compósitos: perspectiva isométrica, vistas ortogonais, cotas e tolerâncias, interpretação, sequência de fabricação.

Realizar a adesão da peça ao molde durante o processo de fabricação, evitando a ocorrência de danos

##### Materiais para a fabricação de compósitos

- Desmoldantes;
- Fibras de reforço;
- Materiais de núcleo;
- Resinas e catalisadores.

Cumprir procedimentos e normas técnicas, de saúde e segurança no trabalho, de qualidade e de meio ambiente, controlar a rastreabilidade dos processos e registrar as informações para controle de conformidades.

##### Capacidades sociais, organizativas e metodológicas

- Visão sistêmica dos processos da fabricação de aerogeradores;
- Trabalho em equipe;
- Preservação de equipamentos, máquinas, ferramentas e instrumentos;
- Limpeza e organização do posto de trabalho;
- Interação com outros setores da empresa;
- Ética nas relações interpessoais.

## 5.4. Acabamento em Componentes de Materiais Compósitos

### MÓDULO ESPECÍFICO – ACABAMENTO EM COMPONENTES DE MATERIAIS COMPÓSITOS (40h)

#### Capacidades Técnicas

Executar operações como corte, furação, rebarbação e lixamento

#### Conhecimentos

Planejamento e controle da produção.

#### Acabamentos

Utilizar materiais de proteção superficial

- Acabamento superficial em materiais compósitos;
- Preparação de compósitos para acabamento: espessuras de camadas de tintas;
- Ensaios e verificações aplicados nos processos de acabamento.

Balancear conjuntos de pás para geradores de energia eólica e analisar os resultados dos ensaios e dos testes.

Normatização (normas nacionais e internacionais).

#### Leiaute da produção

Controlar a rastreabilidade dos processos e registrar informações para controle de conformidades

- Plano mestre de produção;
- Sequenciamento;
- Controle de estoque;
- Normatização.

## 5.5. Reparos em Componentes de Materiais Compósitos

### MÓDULO ESPECÍFICO – REPAROS EM COMPONENTES DE MATERIAIS COMPÓSITOS (40h)

#### Capacidades Técnicas

Avaliar necessidade de reparo ou descarte do produto, executar reparos em laminados, pinturas e áreas de colagem em produtos compósitos e controlar a rastreabilidade dos processos de fabricação.

#### Conhecimentos

- Definição de responsabilidades: auditorias, rastreabilidade de processos de fabricação, inspeção visual e acústica;
- Defeitos nos laminados compósitos: especificações, tipos, aspectos, causas e técnicas de correção;
- Defeitos de acabamento: especificação, tipos, aspectos, causas e técnicas de correção.

## 5.6. Inspeção e Reparo de Pás Eólicas

### MÓDULO ESPECÍFICO – INSPEÇÃO E REPARO DE PÁS EÓLICAS (40h)

#### Capacidades Técnicas

Conhecer as atividades e rotinas de inspeção em pás eólicas, desde o processo de fabricação até a inspeção e avaliação dos resultados.

#### Conhecimentos

- Conceito de pá eólica;
- Processos de fabricação da pá eólica;
- Técnicas de inspeção;
- Equipamentos para inspeção;
- Defeitos em pás eólicas;
- Critérios para reparos;
- Prática de inspeção em parque eólico.



# APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS

## AUTORES

Paulo Antônio Baltazar Ramos (IFB);  
Ítalo Almeida de Moura (IFBA).

O documento foi desenvolvido com base na Grade Curricular para Formação de Operadores de Estações de Tratamento de Esgoto com Aproveitamento Energético de Biogás, elaborada no âmbito do PROBIOGÁS, disponível do site do projeto ([www.cidades.gov.br/probiogas](http://www.cidades.gov.br/probiogas)).



# OPERADOR DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO COM APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DE BOI GÁS



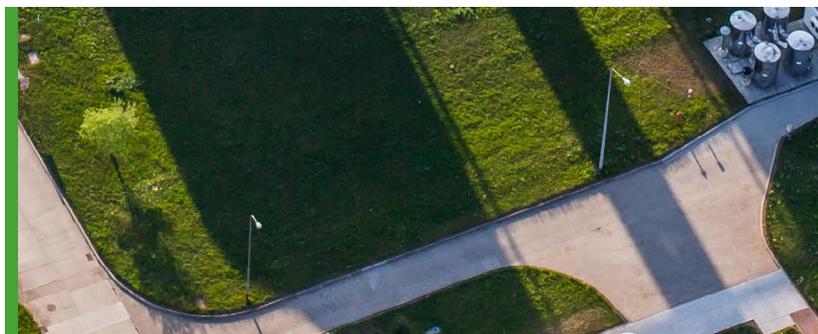
## 1. APRESENTAÇÃO

### 1.1. Objetivo Geral

Capacitar pessoas para atuarem no setor de saneamento, mais especificamente na operação de plantas de tratamento de esgoto, visando: atender um mercado com tendências de modernização nos próximos anos. O curso também aborda aspectos da operação de plantas de geração e energia produzida a partir do biogás gerado no tratamento do esgoto ou do lodo do esgoto.

### 1.2. Público-alvo

Profissionais do setor de saneamento e técnicos em saneamento ou áreas afins.



## 2. DESCRIÇÃO GERAL DA OCUPAÇÃO

### OPERADOR DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO COM APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS

<b>Educação Profissional</b>	Qualificação Profissional
<b>Eixo Tecnológico</b>	Infraestrutura
<b>Segmento Tecnológico</b>	Saneamento
<b>Carga Horária Mínima (h)</b>	300
<b>Competência Geral</b>	<b>Operar e manter estações de tratamento de esgoto com aproveitamento energético de biogás</b>
<b>Requisitos de acesso</b>	Ensino médio completo e experiência mínima de 2 anos na operação de estações de tratamento de esgoto ou formação como técnico nas áreas de saneamento básico e tratamento de efluentes.

## 3. UNIDADES DE COMPETÊNCIA

<b>Unidade de Competência 1</b>	Operacionalizar e coordenar os procedimentos de coleta e análise de amostras e instrumentos de medição e controle, bem como coordenar a rotina de verificação, aferição e calibração de sensores.
<b>Unidade de Competência 2</b>	Orientar a operação, a manutenção e a limpeza dos equipamentos eletromecânicos da ETE e das unidades e linha de biogás.
<b>Unidade de Competência 3</b>	Operacionalizar e controlar os sistemas anaeróbios e de geração de gás.
<b>Unidade de Competência 4</b>	Supervisionar, verificar e monitorar os componentes das instalações de aproveitamento energético do biogás.
<b>Unidade de Competência 5</b>	Orientar quanto a normas de QSMS e garantir seu cumprimento.

## 4. DESENHO CURRICULAR<sup>4</sup>

MÓDULO	UNIDADES CURRICULARES	CARGA HORÁRIA (h)	CARGA HORÁRIA DO MÓDULO (h)
<b>Básico</b>	Sistemas de Esgoto, Processos de Tratamento, Geração e Aproveitamento de Biogás	32	56
	Controle de Qualidade no Tratamento de Esgoto	24	
<b>Específico</b>	Instrumentos de Medição e Controle em ETEs	40	244
	Funcionamento e Manutenção de Componentes e Equipamentos Eletromecânicos	40	
	Produção e Monitoramento de Biogás em ETEs	48	
	Aferição e Calibração de Sensores	16	
	Tratamento e Uso Final do Biogás	36	
	Manutenção e Limpeza das Unidades de Biogás	24	
	Qualidade, Segurança, Meio Ambiente e Saúde - QSMS	40	
		<b>TOTAL</b>	<b>300</b>

## 5. DESCRIÇÃO DAS UNIDADES CURRICULARES

### 5.1. Sistemas de Esgoto, Processos de Tratamento, Geração e Aproveitamento de Biogás

#### MÓDULO BÁSICO – SISTEMAS DE ESGOTO, PROCESSOS DE TRATAMENTO, GERAÇÃO E APROVEITAMENTO DE BIOGÁS (32h)

Capacidades Técnicas	Conhecimentos
Contextualizar o tratamento de esgoto, o biogás e seus usos nos macrossistemas água/energia (bacia-hidrográfica e matriz energética)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contextualização do saneamento no Brasil e na região de atuação;</li> <li>Contextualização do biogás na matriz energética;</li> <li>Organização do setor e marco regulatório;</li> <li>Classificação de corpos receptores;</li> <li>Bacia hidrográfica e corpos hídricos da região atendida pela ETE.</li> </ul>

<sup>4</sup> Por se tratar de um tema transversal, entende-se que um laboratório para o curso de Aproveitamento Energético de Biogás necessita de equipamentos existentes em “laboratórios de manutenção, automação e controle; instrumentação e metrologia; e química e biodigestão”. Por esse motivo, não é apresentada uma lista de infraestrutura específica para este currículo. Recomenda-se que parte das aulas práticas sejam elaboradas em parceria com uma prestadora de serviços de saneamento local.

Conhecer os vários sistemas de tratamento de esgoto, aeróbios e anaeróbios, a geração e o tratamento de biogás, seus usos e eventuais dificuldades relacionadas às características do esgoto afluyente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Noções sobre os processos de tratamento de esgoto;</li> <li>• Noções sobre geração de biogás no tratamento de esgoto e lodo;</li> <li>• Importância dos perigos e impactos ambientais do biogás;</li> <li>• Noções de geração de energia a partir do biogás.</li> </ul>
Conhecer as diferentes etapas de tratamento de acordo com os padrões legais de qualidade e lançamento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Funcionamento das etapas básicas do tratamento de esgoto</li> <li>• Legislação ambiental referente ao lançamento de materiais em corpos hídricos</li> </ul>
Conhecer diferentes tecnologias de tratamento de esgoto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tecnologias aplicadas nos sistemas de tratamento de esgoto;</li> <li>• Arranjos possíveis em estações de tratamento de esgoto.</li> </ul>
Ler fluxogramas simples de processo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fluxogramas de processos de tratamento de esgoto.</li> </ul>
Compreender o biogás como um relevante subproduto da ETE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilização do biogás como matéria prima na produção de energia;</li> <li>• Noções de rentabilidade e vantagens técnicas, econômicas e ambientais em estações de tratamento de esgoto com produção de biogás.</li> </ul>
Desenvolver habilidades de trabalho em equipe	Técnicas de trabalhos em grupos.

## 5.2. Controle de Qualidade no Tratamento de Esgoto

### MÓDULO BÁSICO – CONTROLE DE QUALIDADE NO TRATAMENTO DE ESGOTO (24h)

Capacidades Técnicas	Conhecimentos
Entender o sistema de controle da qualidade nos processos de tratamento de esgoto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemas de unidades de medidas e conversões;</li> <li>• Noções de química e microbiologia;</li> <li>• Noções de análises físico-químicas e biológicas;</li> <li>• Variáveis de controle no processo de produção de biogás;</li> <li>• Padrões de qualidade do biogás gerado no tratamento de esgoto;</li> <li>• Padrões de qualidade no tratamento de esgoto;</li> <li>• Parâmetros de avaliação de desempenho e controle operacional.</li> </ul>
Conhecer e aplicar técnicas de amostragem e preparação de amostras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipos de amostras e técnicas de amostragem - fase líquida;</li> <li>• Tipos de amostras e técnicas de amostragem - fase gasosa;</li> <li>• Tipos de amostras e técnicas de amostragem - fase sólida.</li> </ul>
Elaborar e emitir relatórios operacionais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redação técnica para preenchimento de formulários e relatórios simples;</li> <li>• Noções de planilha eletrônica.</li> </ul>

### 5.3. Instrumentos de Medição e Controle em ETEs

#### MÓDULO ESPECÍFICO – INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO E CONTROLE EM ETEs (40h)

##### Capacidades Técnicas

##### Conhecimentos

Conhecer os instrumentos de medição, suas funções, unidades de medidas e as conversões

- Sistemas de unidades de medida;
- Conversões de unidades de medida;
- Grandezas elétricas fundamentais;
- Tipos de sinais;
- Tipos de instrumentos de medição e controle e suas aplicações.

Conhecer a operação e as formas de intervenção, por meio dos resultados obtidos a partir das leituras dos instrumentos de medição e controle, das ETEs com geração de biogás

- Análise de diagrama de processos com indicação dos pontos de medição e controle;
- Leitura e interpretação de resultados de medições.

Conhecer os pontos de monitoramento e controle de uma ETE operada através de sistemas de supervisão SCADA ou análogo

- Apresentação de softwares supervisórios;
- IHM (interface homem máquina);
- Relacionamento de pontos físicos e lógicos no diagrama de processos.

Tabular e interpretar os resultados obtidos nas leituras de cada instrumento em formulários ou planilhas eletrônicas

- Noções básicas de ferramentas de informática;
- Análise de dados a partir das leituras dos instrumentos de medição e controle.

Conhecer as telas e interfaces do software supervisório com relação aos instrumentos de medição e controle existentes na ETE

- Endereçamento de pontos de medição e controle dos softwares SCADA;
- Noções de *setpoints* e de malha fechada.

## 5.4. Funcionamento e Manutenção de Componentes e Equipamentos Eletromecânicos

### MÓDULO ESPECÍFICO – FUNCIONAMENTO E MANUTENÇÃO DE COMPONENTES E EQUIPAMENTOS ELETROMECÂNICOS (40h)

Capacidades Técnicas	Conhecimentos
Identificar e supervisionar a operação e manutenção dos principais equipamentos eletromecânicos de uma ETE	<ul style="list-style-type: none"> <li>Noções de termodinâmica;</li> <li>Tipos, características técnicas, instalação, operação e manutenção de tubulações, acessórios, flanges, isolamentos, motores, bombas, válvulas, sopradores e compressores;</li> <li>Principais problemas e erros de operação que afetam o funcionamento e a manutenção dos equipamentos.</li> </ul>
Identificar componentes, sua funcionalidade e os processos de limpeza e lubrificação dos elementos eletromecânicos presentes na planta de uma ETE	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tipos, características técnicas, instalação, operação e manutenção de equipamentos eletromecânicos utilizados no tratamento de esgoto e aproveitamento do biogás.</li> </ul>
Realizar práticas básicas de manutenção preventiva e/ou corretiva destes componentes com segurança	<ul style="list-style-type: none"> <li>Práticas de manutenção preventiva, preditiva e corretiva;</li> <li>Noções de segurança em sistemas pressurizados e atmosferas explosivas;</li> <li>Uso de EPIs e normas de segurança.</li> </ul>

## 5.5. Produção e Monitoramento de Biogás em ETEs

### MÓDULO ESPECÍFICO – PRODUÇÃO E MONITORAMENTO DE BIOGÁS EM ETEs (48h)

Capacidades Técnicas	Conhecimentos
Entender os processos microbiológicos e químicos de produção de biogás	<ul style="list-style-type: none"> <li>Noções do processo anaeróbio e de geração de biogás e suas variáveis de controle (pH, temperatura, pressão, vazão, concentração de substâncias, etc.).</li> </ul>
Identificar as principais variáveis do processo de geração de biogás e seus pontos críticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fundamentos de controle de processos contínuos;</li> <li>Pontos críticos na geração de biogás.</li> </ul>
Operar e monitorar processos de produção de biogás por meio de controle manual ou automático identificando os seus limites operacionais	<ul style="list-style-type: none"> <li>Práticas de supervisão e controle de variáveis do processo de geração de biogás e seu controle.</li> </ul>
Elaborar e analisar relatórios de controle interpretando diferentes procedimentos operacionais	<ul style="list-style-type: none"> <li>Redação técnica para preenchimento de formulários e relatórios de controle;</li> <li>Leitura e interpretação de diagramas dos processos e gráficos/telas de controle.</li> </ul>
Interpretar diagramas de tubulação e instrumentação	<ul style="list-style-type: none"> <li>Representação esquemática de processos, equipamentos e tubulações de uma ETE com aproveitamento de biogás.</li> </ul>
Identificar os equipamentos e instalações na linha de biogás e suas funcionalidades	<ul style="list-style-type: none"> <li>Operação e controle de equipamentos e componentes do processo de armazenamento, tratamento e aproveitamento energético do biogás, bem como seus instrumentos de medição e controle PID.</li> </ul>

## 5.6. Aferição e Calibração de Sensores

MÓDULO ESPECÍFICO – AFERIÇÃO E CALIBRAÇÃO DE SENSORES– (16h)	
Capacidades Técnicas	Conhecimentos
Compreender o processo de calibração de sensores e sua importância	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Noções de metrologia;</li> <li>• Sensores e a necessidade de aferição e calibração;</li> <li>• Métodos de aferição e calibração.</li> </ul>
Identificar a necessidade da calibração e aferição dos instrumentos de medição nas ETEs com produção de biogás	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análise das condições de medição;</li> <li>• Definição do princípio e do método utilizado na medição.</li> </ul>
Planejar, realizar e documentar calibrações e aferições.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A importância no registro das medições;</li> <li>• Análise do índice de exatidão;</li> <li>• Planejamento e gestão dos registros de calibração e aferição.</li> </ul>
Identificar as principais variáveis a se calibrar e aferir no processo de tratamento de esgotos em suas diversas etapas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipos de erros e suas causas;</li> <li>• Variáveis e incertezas nos processos de medição.</li> </ul>

## 5.7. Tratamento e Uso Final do Biogás

MÓDULO ESPECÍFICO – TRATAMENTO E USO FINAL DO BIOGÁS (36h)	
Capacidades Técnicas	Conhecimentos
Compreender de maneira geral os componentes do sistema de coleta e armazenamento de biogás e suas unidades de tratamento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Composições do biogás;</li> <li>• Características físico-químicas dos diferentes gases;</li> <li>• Noções de processos de armazenamento e tratamento de gases;</li> <li>• Linha de transporte de biogás.</li> </ul>
Identificar os principais contaminantes que podem estar presentes no biogás, suas causas e efeitos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Principais contaminantes gerados durante a produção de biogás e suas causas;</li> <li>• Efeitos provocados pelos contaminantes no processo de produção de biogás.</li> </ul>
Identificar os componentes operacionais e as anomalias nas unidades de tratamento de biogás	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Principais tecnologias empregadas no tratamento do biogás;</li> <li>• Aplicação da tecnologia relacionada para cada tipo de anomalia.</li> </ul>
Conhecer as possíveis aplicações finais do biogás	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diferentes usos do biogás e seus requisitos;</li> <li>• Queimadores, tipos e aplicações no sistema de produção de biogás.</li> </ul>

## 5.8. Manutenção e Limpeza das Unidades de Biogás

### MÓDULO ESPECÍFICO – MANUTENÇÃO E LIMPEZA DAS UNIDADES DE BIOGÁS (24h)

Capacidades Técnicas	Conhecimentos
Adquirir noções básicas de equipamentos e ferramentas, manuais e mecânicos, executando a limpeza e desinfecção com segurança e aplicando corretamente os produtos químicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Equipamentos utilizados em uma ETE e suas necessidades de limpeza e manutenção;</li> <li>Produtos químicos, agentes de desinfecção e seus usos e cuidados no manuseio e armazenagem (FISPQ);</li> <li>Ferramentas e materiais de manutenção e limpeza.</li> </ul>
Planejar, implementar e monitorar os serviços de manutenção e limpeza nas unidades de biogás supervisionando e gerenciando equipes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Noções básicas de processos mecânicos de limpeza e seus materiais;</li> <li>Vantagens da realização de manutenção e limpeza e consequências da não realização;</li> <li>Noções básicas de planejamento e gestão de serviços de limpeza.</li> </ul>
Reconhecer as demandas específicas de limpeza necessárias para eliminar avarias e reduzir o mau funcionamento das unidades	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rotinas operacionais de manutenção e limpeza de ETEs com produção de biogás.</li> </ul>

## 5.9. Qualidade, Segurança, Meio Ambiente e Saúde – QSMS

### MÓDULO ESPECÍFICO - QUALIDADE, SEGURANÇA, MEIO AMBIENTE E SAÚDE - QSMS (40h)

Capacidades Técnicas	Conhecimentos
Identificar e reconhecer a importância do uso de equipamentos de proteção individual (EPIs) e coletiva (EPCs) para a realização de suas atividades	<ul style="list-style-type: none"> <li>Atividades com risco aos profissionais;</li> <li>Riscos físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e de acidente nas atividades operacionais e de manutenção;</li> <li>EPIs e EPCs necessários para cada tipo de atividade.</li> </ul>
Reconhecer os riscos reais e potenciais referentes às atividades operacionais	<ul style="list-style-type: none"> <li>Noções sobre aspectos e impactos ambientais das atividades;</li> <li>Riscos reais e potenciais das atividades de manutenção e operação da ETE e das unidades de biogás.</li> </ul>
Identificar as medidas preventivas e corretivas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Medidas preventivas para operação normal dos equipamentos;</li> <li>Medidas corretivas em casos de acidentes ou mau funcionamento dos equipamentos;</li> <li>Importância da brigada de incêndio;</li> <li>Procedimentos de emergência em casos de acidentes ambientais ou pessoais;</li> <li>Procedimentos de primeiros socorros.</li> </ul>

Entender a importância da prevenção/remediação de impactos ao meio ambiente.

- Potenciais aspectos e impactos ambientais das suas atividades;
- Noções sobre gerenciamento de riscos e perigos ambientais;
- Medidas de prevenção de impactos ambientais para as atividades de potencial risco de acidentes;
- Medidas de remediação ambiental em caso de acidentes e problemas.

Orientar quanto a normas de QSMS e garantir seu cumprimento

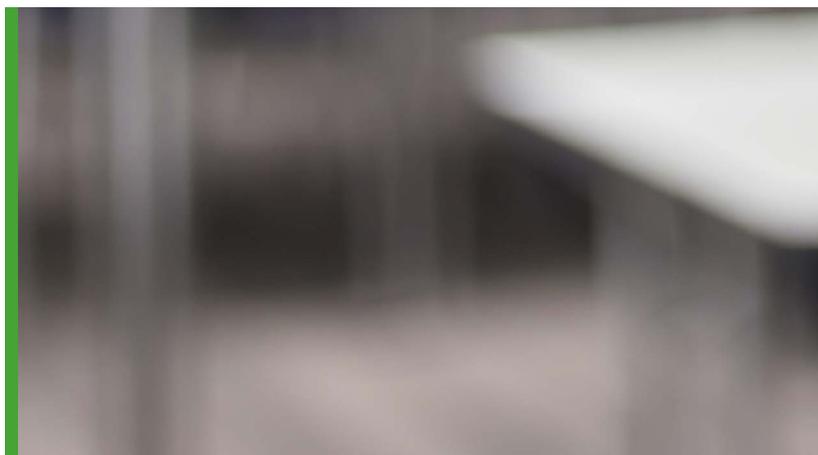
- Noções sobre normas de qualidade e segurança do trabalho (NR 12 e demais normas pertinentes);
- Noções sobre a legislação ambiental vigente relacionada às atividades da ETE e de produção de biogás e energia.



# ANEXO I - FORMAÇÕES INDISPENSÁVEIS PARA ATUAÇÃO EM CAMPO



A fim de viabilizar a atuação profissional dos egressos nos cursos de *Especialista em Operação e Manutenção de Parque Eólicos* e *Especialista em Implantação e Comissionamento de Parques Eólicos*, é necessário a certificação, em pelo menos, três cursos de normas reguladoras do Ministério do Trabalho e Emprego. Para o curso de *Especialista em Fabricação e Reparação de Pás de Aerogeradores*, irá depender do tipo de função desempenhada.



## NR 10: Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade

### NR 10 – SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS EM ELETRICIDADE (40h)

#### Capacidades Técnicas

#### Conhecimentos

Aprender os conceitos de segurança do trabalho com eletricidade

Introdução à segurança do trabalho com eletricidade.

Reconhecer as maneiras que o desempenho de trabalho em eletricidade pode afetar a saúde e o bem-estar

#### **Riscos em instalações e serviços com eletricidade**

- Choques elétricos;
- Arco fotovoltaico;
- Campos eletromagnéticos.

Sensibilizar para o uso de medidas preventivas de controle do risco elétrico e de outros riscos adicionais, mediante técnicas de análise de risco, de forma a garantir a segurança e saúde no trabalho

#### **Técnicas e Medidas de Análise e Controle de Risco**

- Desenergização;
- Aterramento funcional e de proteção;
- Equipotencialização;
- Seccionamento automático da alimentação;
- Barreiras e invólucros;
- Isolação de partes vivas e isolamento reforçada.

Conhecer as normas vigentes de instalações elétricas de baixa e alta tensão

#### **Normas Técnicas**

- ABNT 5410;
- NBR 14039;
- Normas reguladoras do Ministério do Trabalho e Emprego: qualificação, habilitação, capacitação e autorização.

Identificar e reconhecer a importância do uso de EPIs

EPIs e EPCs.

Compreender a importância das rotinas de trabalho planejadas e a necessidade da sinalização de segurança

#### **Rotinas de Trabalho**

- Instalações desenergizadas;
- Liberação para serviços;
- Sinalização;
- Inspeção de áreas;
- Documentação da instalação elétrica.

Especificar a conduta a ser usada em situações de emergência

#### Proteção e combate a incêndios

- Noções básicas;
- Medidas preventivas;
- Métodos de extinção.

#### Acidentes de Origem Elétrica

- Causas diretas;
- Causas indiretas.

#### Primeiros Socorros

- Noções sobre lesões;
- Priorização no atendimento;
- Aplicação de respiração artificial;
- Massagem cardíaca;
- Remoção e transporte de acidentados.

Identificar as responsabilidades compartilhadas no cumprimento do disposto na norma reguladora

Responsabilidades.

## NR 33: Segurança e Saúde nos Trabalhos em Espaços Confinados

### NR 33 – SEGURANÇA E SAÚDE NOS TRABALHOS EM ESPAÇOS CONFINADOS (40h)

Capacidades Técnicas	Conhecimentos
Conhecer a NR 33 e demais normas envolvidas no trabalho em espaços confinados	<b>Conceitos iniciais</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conceitos básicos;</li> <li>• Riscos no espaço confinado;</li> <li>• Classificação dos espaços confinados;</li> <li>• <i>Check-list</i>.</li> </ul>
Aplicar as técnicas de acesso por cordas a ambientes em espaços confinados	<b>Profissionais e Responsabilidades</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Profissionais do espaço confinado;</li> <li>• Permissão de Entrada e Trabalho - PET;</li> <li>• Responsabilidades.</li> </ul>
Analisar os riscos do trabalho em espaços confinados	<b>Análise de Riscos</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Avaliação e controle dos riscos;</li> <li>• Monitoramento dos riscos respiratórios;</li> <li>• Detectores de gases.</li> </ul>
Prevenir e controlar acidentes e remover acidentados	<b>Prevenção e Controle</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipamento de proteção individual;</li> <li>• Funcionamento de equipamentos utilizados;</li> <li>• Programa de proteção respiratória;</li> <li>• Legislação de segurança e saúde no trabalho;</li> <li>• Resgate em espaço confinado;</li> <li>• Socorrista;</li> <li>• Primeiros socorros.</li> </ul>

## NR 35: Trabalho em Altura

### NR 35 – TRABALHO EM ALTURA (40h)

#### Capacidades Técnicas

#### Conhecimentos

Conhecer a NR 35 e demais normas envolvidas no trabalho em altura

#### Normas regulamentadoras do MTE

- Normas regulamentadoras (NR 01, NR 06, NR 08, NR 11 e NR 18);
- Norma regulamentadora NR 35;
- Responsabilidades;
- Capacitação e treinamento;
- Planejamento, organização e execução;
- Equipamentos de proteção individual; acessórios e sistemas de ancoragem;
- Emergência e salvamento.

Aplicar as técnicas de acesso por cordas a ambientes em altura

#### Acesso por Cordas

- Campo de aplicação;
- Execução das atividades;
- Equipamentos e cordas;
- Resgate;
- Condições impeditivas.

Analisar os riscos do trabalho em altura

#### Análise de Riscos

- Conceitos básicos;
- Desenvolvimento de estudos de análise de riscos;
- Procedimentos para trabalhos em altura;
- Condições impeditivas para serviço;
- Riscos potenciais.

Prevenir e controlar acidentes e remover acidentados

#### Prevenção e Controle

- Medidas de prevenção e controle;
- Equipamentos de proteção coletiva (EPC);
- Equipamentos de proteção individual (EPI);
- Seleção, inspeção, conservação e limitação de uso dos EPIs;
- Inspeção e segurança;
- Prevenção de acidentes;
- Acidentes típicos em trabalho em altura;
- Primeiros socorros;
- Técnicas para remoção e transporte de acidentados.

# **ANEXO II - MODELO DE REQUISIÇÃO DE EQUIPAMENTOS FOTOVOLTAICOS**



ITEM	NIVEL DE FORMAÇÃO	DESCRIÇÃO / ESPECIFICAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE (Turma de 20 alunos)	PREÇO UNITÁRIO (análise realizada em 01/2017, somente para itens específicos de FV)	PREÇO TOTAL
<b>TELHADO DE TREINAMENTO</b>						

1	Instalador	Painel fotovoltaico poli- ou mono-cristalino com potência nominal entre 250Wp e 320 Wp (nas condições padrão STC: 1000W/m <sup>2</sup> , 25°C e AM1,5g), eficiência do painel no mínimo de 15% (PBE classificação A), coeficiente de temperatura da potência de máxima potência no máximo -0,45 %/°C, Valores especificados nas condições STC. Com caixa de junção com IP65, cabos e conectores MC4. Vidro de alta transmissividade, com baixo teor de ferro e espessura de máximo 3,2 mm.	Unid	8	R\$ 800,00	R\$ 6.400,00
---	------------	--	------	---	------------	--------------

2	Instalador	Inversor fotovoltaico (conectado à rede): que permita conexão à rede elétrica de 220V (OBS.: dependendo da rede local) monofásico (faixa de tensão CA de 180 a 265V, com frequência de 60 Hz com faixa de variação de 57 a 63 Hz), potência CA nominal de saída máxima de 2000 W, tensão de entrada DC no máximo 200V. Distorção harmônica total da corrente menor que 4%, eficiência de no mínimo 97%; temperatura de operação de -20°C a 55°C; fornecimento de certificado das normas DIN VDE 0126-1-1/A1, VDE AR N 4105, IEC 62109-1-2, IEC 62116, IEC 61727, CER 06-190, CEI 0-21, EN 50438. Fornecido com caixa de conexão integrada, composta por: pelo menos 4 entradas (2 por MPPT), com conectores MC4, para ligação de strings fotovoltaicas, cada entrada protegida por fusíveis e protetor contra surtos compatíveis com a capacidade do inversor; e por 1 conexão AC monofásica para cabos de até 35 mm <sup>2</sup> . Fornecido com sistema de monitoramento proprietário do fabricante que possua pelo menos monitoramento remoto via WEB, bluetooth, USB ou porta serial RS-232. O sistema de monitoramento deve permitir o acesso, por meio de software, cabos ou adaptadores também a serem fornecidos, ao histórico de geração de pelo menos 30 dias, valores de operação e configuração do inversor. Garantia do fabricante de pelo menos 5 anos.	Unid	1	R\$ 8.400,00	R\$ 8.400,00
---	------------	---	------	---	--------------	--------------

ITEM	NÍVEL DE FORMAÇÃO	DESCRIÇÃO / ESPECIFICAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE (Turma de 20 alunos)	PREÇO UNITÁRIO (análise realizada em 01/2017, somente para itens específicos de FV)	PREÇO TOTAL
3	Instalador	Kit de montagem de módulos fotovoltaicos em telhados com telha cerâmica, que permita a instalação e fixação de painéis fotovoltaicos com espessura* de 57mm (*combinando com painel FV). Constituído por no mínimo: 20 ganchos* (* combinando com tipo de telha: salva telhas, parafuso passador etc.) em aço inoxidável para fixação dos trilhos em telhados com telhas de cerâmica: romanas, portuguesas, italianas ou francesas, fornecido com parafusos próprio para engate rápido com os trilhos e incluso parafusos para madeira; 2 trilhos em alumínio (tipo 6063 ou similar) estrudado para sustentação de painéis fotovoltaicos, com comprimento mínimo de 4100 mm (ou divididos em trilhos mais curtos com emendas em alumínio com parafuso próprio para fixação nos trilhos), com rasgos para fixação de ganchos adaptadores e grampos intermediários e de cabeceira; 8 grampos intermediários para junção entre dois módulos fotovoltaicos, para módulos com espessura* de 57 mm, fornecido com parafuso em aço inox e porca de engate rápido nos trilhos; 8 grampos terminais para fixação das extremidades dos módulos fotovoltaicos; 2 grampos de aterramento em cobre; opcional 8 grampos de aterramento para instalação sob os módulos, em aço inoxidável. Conjunto de parafusos, porcas e arruelas, necessários para a montagem da estrutura e para a completa fixação tanto dos painéis na estrutura, quanto da estrutura no telhado, em número excedente de 5% e em material aço inoxidável.	Unid	1	R\$ 1.600,00	R\$ 1.600,00
4	Instalador	Stringbox: Contendo 1 par de porta-fusível 10x38 com 1 par de fusíveis gPV 10x38 10A, já instalado, 1 chave seccionadora corrente contínua de 25A e 1000V, 1 DPS classe II CC para os pólos positivo e negativo, U <sub>min</sub> =400V, Caixa elétrica com IP65 (instalação interna e externa) fornecida com porta em acrílico fabricado em policarbonato, auto-extinguível, 5 prensa-cabos já instalados na caixa para passagem dos cabos (entrada, saída e terra), com estrutura para conexão de 2 strings de até 12 painéis fotovoltaicos ligados em série. Equipamentos montados em trilho DIN. Quadro fornecido já montado com todos os materiais listados e com 1 ano de garantia contra defeito de fabricação dos componentes e materiais.	Unid	1	R\$ 1.000,00	R\$ 1.000,00
5	Instalador	Medidor de Energia bidirecional, com as seguintes características: Homologação da concessionária	Unid	1	R\$ 250,00	R\$ 250,00
6	Instalador	Haste de aterramento de no mínimo 3m, dependendo da resistividade do solo, com abraçadeira e cabo de cobre nu 16mm <sup>2</sup>	Unid	1	-	-
7	Instalador	Construção de um Telhado de Treinamento conforme desenho técnico na ABA "Telhado", Altura max. abaixo de 2m, área de 6m x 4m	-	1	R\$ 1.500,00	R\$ 1.500,00
<b>EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL (EPI) E COLETIVO (EPC)</b>						
8	Instalador	Capacete de segurança com julgar	Unid	16	R\$ 38,00	R\$ 608,00
9	Instalador	Escada multifuncional 4x4 de alumínio com 16 degraus	Unid	1	R\$ 380,00	R\$ 380,00

ITEM	NIVEL DE FORMAÇÃO	DESCRIÇÃO / ESPECIFICAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE (Turma de 20 alunos)	PREÇO UNITÁRIO (análise realizada em 01/2017, somente para itens específicos de FV)	PREÇO TOTAL
10	Instalador	Óculos de segurança	Unid	16	R\$ 4,00	R\$ 64,00
11	Instalador	Luvas de proteção mecânica com face da palma dos dedos e punho em borracha para boa aderência e grande resistência contra abrasão	Par	16	R\$ 11,00	R\$ 176,00
12	Instalador	Luvas de proteção elétrica 1kV	Par	1	R\$ 200,00	R\$ 200,00
13	Instalador	Botas de proteção com fechamento em elastico lateral e biqueira de aço soft	Par	16	R\$ 42,00	R\$ 672,00
14	Instalador	Cinto paraquedista para trabalho em altura com proteção lombar e talabarte	Unid	2	R\$ 200,00	R\$ 400,00
15	Instalador	Trava queda auto retrátil de 5m	Unid	2	R\$ 1.200,00	R\$ 2.400,00
16	Instalador	Kit de Primeiro Socorro	Unid	1	-	-
<b>MONTAGEM DE STRINGBOX</b>						
17	Instalador	Quadro de distribuição de sobrepôr com as seguintes características: Material Termoplástico auto extingüível. Barramentos - Monofásico, Terra e Neutro. Grau de proteção IP65, para 6 módulos de disjuntores monopolares, fixação interna por meio de trilho DIN. Tampa semi-transparente.	Unid	8	-	-
18	Instalador	Chave seccionadora/Interruptor de corte CC bipolar (4 polos), para aplicações fotovoltaicas, corrente nominal 32A, tensão máxima 1000V, fixação em trilho DIN.	Unid	8	R\$ 195,00	R\$ 1.560,00
19	Instalador	Dispositivo de Proteção contra Surtos (DPS) com as seguintes características: Máxima tensão de operação 1000V; corrente nominal de descarga de no mínimo 12,5 kA (15 impulsos de 8/20 µs); máxima corrente de descarga de no mínimo 25 kA; corrente de operação < 0,1 mA; grau de proteção: IP20; temperatura de operação: -40/+80°C; contatos para sinalização remota; fabricado em material termoplástico, fixação por meio de trilho DIN, conexão de cabos por parafuso terminal, que atenda à norma EM 50539-11. Fornecido com 3 polos em corpo único para aplicações fotovoltaicas. Módulos de varistores substituíveis.	Unid	8	R\$ 250,00	R\$ 2.000,00
20	Instalador	Disjuntor termomagnético monopolar, fixação por trilho DIN, atenda à norma NBR IEC 60947-2, tensão de operação nominal 220V, capacidade de interrupção mínima 5 kA, corrente nominal 15 A, curva tipo B.	Unid	8	-	-
21	Pós-Técnico	Disjuntor termomagnético tripolar, fixação por trilho DIN, atenda à norma NBR IEC 60947-2, tensão de operação nominal 220/380V, capacidade de interrupção mínima 15 kA, corrente nominal 100 A, curva tipo C.	Unid	8	-	-
22	Pós-Técnico	Dispositivo de Corrente Residual (DR) tripolar. In 25A, Sensibilidade 30 mA, atenda às normas IEC 61008, EN 61008. Capacidade de curto circuito mínima de 6kA. Tensão nominal de operação de no mínimo 400Vac. Fixação em perfil padrão DIN.	Unid	8	-	-

ITEM	NÍVEL DE FORMAÇÃO	DESCRIÇÃO / ESPECIFICAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE (Turma de 20 alunos)	PREÇO UNITÁRIO (análise realizada em 01/2017, somente para itens específicos de FV)	PREÇO TOTAL
23	Instalador	Dispositivo de Corrente Residual (DR) bipolar 1P+N, classe B, In 25A, Sensibilidade 30 mA, atenda às normas IEC 61008, EN 61008. Capacidade de curto circuito mínima de 6kA. Tensão nominal de operação de no mínimo 230Vac. Fixação em perfil padrão DIN.	Unid	8	-	-
24	Pós-Técnico	Dispositivo de Proteção contra Surtos (DPS) tripolar, classe 1+2, CA, proteção para fases e neutro, montagem em trilho DIN, proteção a varistor para as 3 fases e o neutro, em conformidade com a norma EN 61643-11, módulos a varistor substituíveis. Tensão nominal 230Vac, máxima tensão de operação 275Vac, corrente nominal de descarga (8/20us) de no mínimo 30 kA, máxima corrente de descarga (8/20us) de no mínimo 60 kA, nível de tensão de proteção de no máximo 1,2 kV, tempo de resposta de no máximo 25 ns. Fornecido com 3 módulos de sobressalente.	Unid	8	-	-
25	Instalador	Base para fusíveis bipolar de corrente contínua para aplicações fotovoltaicas, max. 1000V, fusível máximo 30A, fixação em trilho DIN	Unid	8	R\$ 11,76	R\$ 94,08
26	Instalador	Fusível gPV cilíndricos 500V, 15A. Que atenda à norma IEC 60947-3.	Unid	16	R\$ 0,74	R\$ 11,84
<b>SISTEMA FV OFF-GRID/ SOLADO</b>						
27	Instalador	Inversor CC – CA para sistemas solares isolados, com as seguintes características: proteções internas já configuradas, dentre elas: proteção contra curto circuito, entrada baixa ou invertida, sobrecarga. Opera com Tecnologia PWM (Pulse Width Modulation), possui controle dinâmico de loop de corrente. Operação em grande faixa de tensão na entrada, com baixa distorção harmônica na saída. Possui LED indicador para faixa de tensão e potência na entrada, saída normal e estado de falha. Operação em grande faixa de temperatura. Especificações técnicas: Faixa mínima de tensão de entrada: 10 a 16 Vcc, Distorção harmônica na saída: =< 3%, Tensão de Saída (Nominal, RMS): 220Vca +/- 3%, Frequência de Saída: 60 Hz +/- 0,2%, Potência Extra de no mínimo (tempo): 450W (1 min.), Potência de Surto no mínimo: 800W, Forma de Onda: Senoidal Pura, Eficiência (Mínima): 90%, Proteção Contra Curto circuito na Saída, Proteção Contra Sobrecarga, Proteção para baixa tensão de entrada, Indicação Luminosa de Inversor Ligado, Indicação Luminosa de Sobrecarga/estado de falha, Consumo em vazio <1W, Conexões de Alimentação 2P+T padrão brasileiro NBR 14136, Faixa de Temperatura Ambiente: -20 a +50°C.	Unid	8	R\$ 440,00	R\$ 3.520,00
28	Instalador	Painel fotovoltaico poli-cristalino, tensão nominal entre 12-17V com potência nominal entre 10 e 60 Wp (nas condições padrão STC: 1000W/m², 25°C e AM1,5g), eficiência do painel no mínimo de 15%, coeficiente de temperatura da potência de máxima potência no máximo -0,45 %/°C, Com caixa de junção. Vidro de alta transmissividade, com baixo teor de ferro.	Unid	20	R\$ 120,00	R\$ 2.400,00

ITEM	NÍVEL DE FORMAÇÃO	DESCRIÇÃO / ESPECIFICAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE (Turma de 20 alunos)	PREÇO UNITÁRIO (análise realizada em 01/2017, somente para itens específicos de FV)	PREÇO TOTAL
29	Instalador	Controlador de carga: Funciona em 12V ou 24V com detecção automática. Algoritmo de carga da bateria por PWM (Pulse Width Modulation) de alta eficiência. Corrente máxima de 10A. Parâmetros pré-ajustáveis para baterias: selada, gel ou ventilada. Compensação de temperatura. Indicadores LED para estado de carga das baterias. Máxima tensão das baterias: 32V. Autoconsumo: ≤ 6mA. Temperatura de trabalho: -35°C a +55°C. Grau de proteção IP30. Permita conexão de condutores de até 35mm <sup>2</sup> , garantia do fornecedor de até 5 anos, possua certificações em conformidade com CE e NEC, fornecido com manual de instalação e de configuração.	Unid	8	R\$ 90,00	R\$ 720,00
30	Instalador	Conexões de Garras de crocodilo para bateria, 15A, abertura até 2,5 cm (preto e vermelho)	Par	8	-	-
31	Instalador	Bateria estacionária chumbo-ácido com filtro anti-chama, de 45Ah e 12V, livre de manutenção, descarga em 20h (C20), Vida útil projetada superior a 4 anos, garantia de 2 anos contra defeitos de fabricação. Tampa selada evitando escape de eletrólito para o exterior, Filtro anti-chamas que permite o escape de gases e impede a penetração de chamas para o interior da bateria, Grade com liga de Chumbo-Cálcio-Prata para menor perda de água e melhor durabilidade. Design da grade radial e reforçado. Placas espessas de alta densidade, separadores de polietileno, em forma de envelope. Caixa e tampa de polipropileno de alta resistência a impactos, com tampas seladas por fusão do material, sem possibilidade de apresentar vazamentos. Indicador de teste para visualização das condições da bateria. Terminal "L", de chumbo.	Unid	8	R\$ 300,00	R\$ 2.400,00
32	Instalador	Bornes de baterias positivo e negativo com engate rápido, para cabo 6mm <sup>2</sup>	Par	8	-	-
33	Instalador	Carregador de bateria na rede 220V, 30A; regulável; bivolt 12 e 24 Volts	Unid	2	-	-
34	Instalador	Regulador de ângulo	Unid	8	-	-
35	Instalador	Suportes para lâmpadas do tipo E27	Unid	8	R\$ 3,00	R\$ 24,00
36	Instalador	Prancheta de madeira: 0,5 x 0,5 x 0,03m	Unid	8	-	-
37	Instalador	Refletor LED com potência mínima de 100W. Temperatura de cor 5000K. Tensão de alimentação Bivolt Aut. 220Vca. Ângulo de abertura de no mínimo 100°. IRC > 80. Grau de proteção IP65. Fluxo Luminoso de no mínimo 7500 Lm. Vida útil mínima 40000 h. Garantia de 1 ano.	Unid	1	-	-
<b>FERRAMENTAS</b>						
38	Instalador	Alicate crimpador para conectores MC4: ferramenta de friso, Friso intervalo: 2.5, 4, 6 mm <sup>2</sup> / 14-10AWG, Comprimento mínimo: 270 milímetros, Material: Aço Carbono, Tipo: nariz achatado. Garantia: 12 meses (3 meses de garantia legal por lei, contando a partir da data de emissão da Nota Fiscal de Venda e 9 meses de garantia concedido pelo fabricante contra defeito de fabricação)	Unid	8	R\$ 139,00	R\$ 1.112,00

ITEM	NIVEL DE FORMAÇÃO	DESCRIÇÃO / ESPECIFICAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE (Turma de 20 alunos)	PREÇO UNITÁRIO (análise realizada em 01/2017, somente para itens específicos de FV)	PREÇO TOTAL
39	Instalador	Par de chaves ferramenta para montagem, desmontagem, conexão e desconexão de conectores multicontact MC4, permite fácil de desconexão dos conectores (plug) MC4 masculino e feminino e duplo, fixar a contra porca do conector e ajustar o encaixe do cabo, fabricado em aço carbono.	Par	8	-	-
39	Instalador	Alicate de bico reto tipo telefone: Bico com tratamento térmico especial e corte temperado por indução; Acabamento polido e cromado; Cabo emborrachado e ergonômico, proporcionando maior conforto; possui bico longo e ponta oval; indicado para cortar arame duro; Comprimento mínimo: 170 mm; Garantia: 12 meses (3 meses de garantia legal por lei, contando a partir da data de emissão da Nota Fiscal de Venda e 9 meses de garantia concedido pelo fabricante contra defeito de fabricação)	Unid	4	R\$ 40,00	R\$ 160,00
40	Instalador	Alicate corte diagonal: Fabricado em aço cromo vanádio temperado; Arestas de corte com ajuste preciso, temperadas por indução; Cabo antideslizante com abas protetoras para maior conforto e segurança; Cabo com isolamento de até 1000V; Maior resistência e vida útil; Produto de acordo com a norma ABNT - NBR 9699; Comprimento mínimo do alicate 160 mm (6"). Garantia: 12 meses (3 meses de garantia legal por lei, contando a partir da data de emissão da Nota Fiscal de Venda e 9 meses de garantia concedido pelo fabricante contra defeito de fabricação)	Unid	8	R\$ 40,00	R\$ 320,00
41	Instalador	Alicate desencapador de fios regulável, 9 polegadas, 1000V, com estampa em aço carbono, 2,5 - 6 mm <sup>2</sup>	Unid	8	R\$ 65,00	R\$ 520,00
42	Instalador	Alicate universal: Isolação até 1000 V; Forjado em aço cromo vanádio; Acabamento polido; Arestas de corte com ajuste preciso; Corta fios e malhas de cobre sem deixar rebarbas; Ranhuras cruzadas nas faces dos mordentes garantem maior aderência no agarre de cabos e fios em geral e capas isolantes; Possui dispositivo perto do cabo para prensar terminais de diversas medidas; Cabo emborrachado antideslizante com abas protetoras arredondadas para maior conforto e segurança; Produto de acordo com as normas: ABNT-NBR 9698, 9700, 9701. Comprimento total mínimo: 8" Garantia: 12 meses (3 meses de garantia legal por lei, contando a partir da data de emissão da Nota Fiscal de Venda e 9 meses de garantia concedido pelo fabricante contra defeito de fabricação)		4	-	-
43	Instalador	Arco de serra 305 mm. Produto altamente resistente. Cabo ergonômico. Permite a regulação do ângulo de corte 45° / 90°. Profundidade de corte mínima: 90 mm. Tensionado facilmente com uma porca borboleta, com compartimento para guardar serras, fornecido com serra para metal. Garantia: 12 meses (3 meses de garantia legal por lei, contando a partir da data de emissão da Nota Fiscal de Venda e 9 meses de garantia concedido pelo fabricante contra defeito de fabricação)	Unid	4	-	-

ITEM	NÍVEL DE FORMAÇÃO	DESCRIÇÃO / ESPECIFICAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE (Turma de 20 alunos)	PREÇO UNITÁRIO (análise realizada em 01/2017, somente para itens específicos de FV)	PREÇO TOTAL
44	Instalador	Lamina para arco serra 305mm	Unid	4	-	-
45	Instalador	Jogo de brocas para metal forjadas em aço rápido, garantindo alta durabilidade e qualidade, possui velocidade agressiva de avanço, canais mais amplos e longos até a ponta da broca o que facilita a remoção rápida do pó, corpo mais longo e temperado com tratamento térmico, tornando a broca mais resistente a deformação e ruptura. Acompanha estojo metálico injetado de fácil manuseio, para organização e armazenamento das ferramentas. Aplicação universal. Contém 29 peças, sendo de medidas - 1/16" - 5/64" - 3/32" - 7/64" - 1/8" - 9/64" - 5/32" - 11/64" - 3/16" - 13/64" - 7/32" - 15/64" - 1/4" - 17/64" - 9/32" - 19/64" - 5/16" - 21/64" - 11/32" - 23/64" - 3/8" - 25/64" - 13/32" - 27/64" - 7/16" - 29/64" - 15/32" - 31/64" - 1/2". Garantia: 12 meses (3 meses de garantia legal por lei, contando a partir da data de emissão da Nota Fiscal de Venda e 9 meses de garantia concedido pelo fabricante contra defeito de fabricação)	Unid	4	-	-
46	Instalador	Jogo de brocas de widea. Acabamento brilhante. Aplicações em construção civil/ alvenaria. Acompanha estojo plástico com marcações de medidas, para armazenamento das ferramentas. Contém 08 peças, sendo de medidas: 3mm - 4mm - 5mm - 6mm - 7mm - 8mm - 9mm - 10mm. Garantia: 3 meses de garantia legal por lei, contando a partir da data de emissão da Nota Fiscal de Venda contra defeitos de fabricação.	Unid	4	-	-
47	Instalador	Jogo de chave allen longa fabricado em aço carbono, comprimento longo, para utilização em locais de difícil acesso, perfil do corpo em "L", o que possibilita o efeito de alavanca durante o aperto ou desaperto de parafusos. Contém 25 peças em milímetros e polegadas: 0,05, 1,27, 1,5, 2, 2,5, 3, 4, 4,5, 5, 5,5, 6, 7, 8, 10 mm. 1/16, 5/64, 3/32, 7/64, 1/8, 5/32, 3/16, 7/32, 1/4, 5/16, 3/8"	Unid	4	-	-
48	Instalador	Jogo de chaves fixa de boca, forjada em aço alto carbono; Acabamento niquelado, aumentando à resistência a corrosão; utilizada para aperto e desaperto de porcas ou cabeça de parafusos; possui bocas com medidas diferentes que proporciona maior combinação de parafusos; contém 08 peças, sendo: 6 x 7; 8 x 9; 10 x 11; 12 x 13; 14 x 15; 16 x 17; 18 x 19 e 20 x 22 mm. Garantia: 12 meses (3 meses de garantia legal por lei, contando a partir da data de emissão da Nota Fiscal de Venda e 9 meses de garantia concedido pelo fabricante contra defeito de fabricação)	Unid	4	-	-

49	Instalador	Jogo de chave estrla fabricada em aço forjado, com acabamento niquelado e cromado. Composto por 6 peças, com medidas: 6x7mm, 8x9mm, 10x11mm, 12x13mm, 14x15mm, 16x17mm. Garantia: 12 meses (3 meses de garantia legal por lei, contando a partir da data de emissão da Nota Fiscal de Venda e 9 meses de garantia concedido pelo fabricante contra defeito de fabricação)	Unid	4	-	-
----	------------	---	------	---	---	---

ITEM	NIVEL DE FORMAÇÃO	DESCRIÇÃO / ESPECIFICAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE (Turma de 20 alunos)	PREÇO UNITÁRIO (análise realizada em 01/2017, somente para itens específicos de FV)	PREÇO TOTAL
50	Instalador	Jogo de chave de fenda phillips em cromo vanádio, contendo chaves de fenda com as seguintes dimensões: 1/8 x 3"; 3/16 x 3"; 5/16 x 6"; 3/16 x 1.1/2"; ¼ x 4"; 3/8 x 8". Fabricada em aço cromo vanádio. Cabo ergonômico emborrachado que proporciona menos esforço físico e muito mais torque. Ponta oxidada. Garantia: 12 meses (3 meses de garantia legal por lei, contando a partir da data de emissão da Nota Fiscal de Venda e 9 meses de garantia concedido pelo fabricante contra defeito de fabricação)	Unid	4	-	-
51	Instalador	Jogo de chave de fenda chata isolada em cromo vanádio, contendo chaves de fenda com as seguintes dimensões: 3x50 mm; 3x150 mm; 5x100 mm; 5x200 mm; 8x100 mm; 8x200 mm; 9x300mm. Fabricada em aço cromo vanádio. Cabo ergonômico emborrachado que proporciona menos esforço físico e muito mais torque. Ponta oxidada. Garantia: 12 meses (3 meses de garantia legal por lei, contando a partir da data de emissão da Nota Fiscal de Venda e 9 meses de garantia concedido pelo fabricante contra defeito de fabricação)	Unid	4	-	-
52	Instalador	Maleta para ferramentas, tipo bandeja, indicada para acondicionamento de ferramentas e afins. Fabricada em chapas de aço. Possui alça para transporte e 1 presilha para fechamento, acompanha bandeja. Dimensões mínimas: Comprimento: 40cm, Largura: 16cm, Altura: 17cm. Garantia: 3 meses de garantia legal por lei, contando a partir da data de emissão da Nota Fiscal de Venda contra defeitos de fabricação	Unid	4	-	-
53	Instalador	Marreta com cabeça forjada e temperada em aço carbono especial, garantindo grande resistência ao produto, possui acabamento jateado e envernizada, perfeito balanceamento entre cabeça e cabo para aumentar o conforto e a segurança do usuário. Cabo em madeira envernizada fixado com cunha metálica ajuda a aumentar a segurança do usuário. Aplicações: indicada para execução de trabalhos pesados, utilizada para quebrar pedras e concretos. Comprimento mínimo da cabeça: 175mm. Comprimento mínimo total: 900mm. Diâmetro mínimo do batente: 60mm. Peso mínimo: 5.000g (5Kg). Garantia: 12 meses (3 meses de garantia legal por lei, contando a partir da data de emissão da Nota Fiscal de Venda e 9 meses de garantia concedido pelo fabricante contra defeito de fabricação)	Unid	2	-	-

54	Instalador	Martelo com cabeça de borracha preta, uma extremidade da cabeça plana e a outra abaulada, cabo de madeira autofixável, diâmetro da cabeça mínimo: 80 mm, comprimento total mínimo: 360 mm. Utilizado no assentamento de pisos, basaltos, pneus e outros materiais que não podem ser danificados. Garantia: 12 meses (3 meses de garantia legal por lei, contando a partir da data de emissão da Nota Fiscal de Venda e 9 meses de garantia concedido pelo fabricante contra defeito de fabricação)	Unid	2	-	-
55	Instalador	Chave Catraca 1/4" reversível fabricado em aço cromo vanádio, com extensor e jogo de soquetes curtos (4-5- 5,5 -6-7-8-10-11-12-13) e longos (6-7-8-10-11-12-13)	Unid	2	-	-
ITEM	NIVEL DE FORMAÇÃO	DESCRIÇÃO / ESPECIFICAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE (Turma de 20 alunos)	PREÇO UNITÁRIO (análise realizada em 01/2017, somente para itens específicos de FV)	PREÇO TOTAL
56	Instalador	Parafusadeira elétrica à bateria com bateria reserva, carregador bivolt, maleta, rotações por minuto em alta 0-1.300 e em baixa 0-400, bateria de 14,4V e 1.3Ah, Garantia: 12 meses (3 meses de garantia legal por lei, contando a partir da data de emissão da Nota Fiscal de Venda e 9 meses de garantia concedido pelo fabricante contra defeito de fabricação)	Unid	2	R\$ 470,00	R\$ 940,00
56	Instalador	Furadeira de impacto mandril 1/2"-13mm, rotação sem carga 0-3.150rpm, 600 watts velocidade variável e reversível com chave de mandril e maleta	Unid	1	R\$ 270,00	R\$ 270,00
57	Instalador	Cabo carretel de extensão de 20m, 3 tomadas, 2 polos	Unid	1	R\$ 180,00	R\$ 180,00
58	Instalador	Estilete profissional com lâmina de aço. Medida mínima: 18mm; comprimento mínimo: 16,5cm	Unid	4	-	-
59	Instalador	Trena de 5m	Unid	2	-	-
MATERIAL DE CONSUMO						
60	Instalador	Abraçadeira plástica 3,6 x 150 mm, em nylon, preto, resistente ao UV	Pac (c/ 100 unid.)	1	R\$ 8,00	R\$ 8,00
61	Instalador	Cabo elétrico flexível, seção nominal 2,5mm², para tensões nominais até 450/750 V, formado por fios de cobre nu, eletrolítico, têmpera mole, encordoamento classe 4 e 5 (flexíveis), isolado com Policloreto de Vinila (PVC), tipo PVC/A para 70°C, antichama (BWF-B), na cor preta. Que atenda os requisitos das normas: ABNT NBR NM 247-3, ABNT NBR 13248, ABNT NBR 7289.	Rolo (100m)	1	R\$ 78,00	R\$ 78,00

62	Instalador	Cabo elétrico flexível, seção nominal 2,5mm <sup>2</sup> , para tensões nominais até 450/750 V, formado por fios de cobre nu, eletrolítico, têmpera mole, encordoamento classe 4 e 5 (flexíveis), isolado com Policloreto de Vinila (PVC), tipo PVC/A para 70°C, antichama (BWF-B), na cor azul Que atenda os requisitos das normas: ABNT NBR NM 247-3, ABNT NBR 13248, ABNT NBR 7289.	Rolo (100m)	1	R\$ 78,00	R\$ 78,00
63	Instalador	Cabo elétrico flexível, seção nominal 2,5mm <sup>2</sup> , para tensões nominais até 450/750 V, formado por fios de cobre nu, eletrolítico, têmpera mole, encordoamento classe 4 e 5 (flexíveis), isolado com Policloreto de Vinila (PVC), tipo PVC/A para 70°C, antichama (BWF-B), na cor verde Que atenda os requisitos das normas: ABNT NBR NM 247-3, ABNT NBR 13248, ABNT NBR 7289.	Rolo (100m)	1	R\$ 78,00	R\$ 78,00
ITEM	NIVEL DE FORMAÇÃO	DESCRIÇÃO / ESPECIFICAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE (Turma de 20 alunos)	PREÇO UNITÁRIO (análise realizada em 01/2017, somente para itens específicos de FV)	PREÇO TOTAL
64	Instalador	Cabo solar: Seção nominal 4 mm <sup>2</sup> . Formado por fios de cobre estanhado, têmpera mole, encordoamento classe 5. Isolação: LSHF - Composto poliolefinico termofixo não halogenado com baixa emissão de fumaça na cor preta, com no mínimo 2% de negro de fumo. Cobertura: LSHF - Composto poliolefinico termofixo não halogenado com baixa emissão de fumaça, com características especiais quanto à não-propagação, auto-extinção do fogo e com no mínimo 2% de negro de fumo para a cor preta e com proteção UV para as demais cores. Na cor vermelha. Temperaturas máximas no condutor: 120°C em serviço contínuo; 160°C em sobrecarga; 250°C em curto-circuito. Tensão de trabalho: AC U <sub>o</sub> /U = 600/1000 Volts; DC U = 1800 Volts. Aplicação na interligação entre os módulos fotovoltaicos (FV) e entre os módulos e os inversores, nos sistemas de geração de energia fotovoltaica, conectados ou não à rede de energia elétrica. Isolado e coberto com materiais não halogenado, com características especiais quanto à não propagação, autoextinção do fogo e baixa emissão de fumaça, livre de metais pesados atendendo às diretivas RoHS 2000/53 CE e 2002/95 CE.	Rolo R\$/m	50	R\$ 4,70	R\$ 235,00

65	Instalador	Cabo solar: Seção nominal 4 mm <sup>2</sup> . Formado por fios de cobre estanhado, têmpera mole, encondamento classe 5. Isolação: LSHF - Composto poliolefinico termofixo não halogenado com baixa emissão de fumaça na cor preta, com no mínimo 2% de negro de fumo. Cobertura: LSHF - Composto poliolefinico termofixo não halogenado com baixa emissão de fumaça, com características especiais quanto à não-propagação, auto-extinção do fogo e com no mínimo 2% de negro de fumo para a cor preta e com proteção UV para as demais cores. Na cor preta. Temperaturas máximas no condutor: 120°C em serviço contínuo; 160°C em sobrecarga; 250°C em curto-circuito. Tensão de trabalho: AC U <sub>o</sub> /U = 600/1000 Volts; DC U = 1800 Volts. Aplicação na interligação entre os módulos fotovoltaicos (FV) e entre os módulos e os inversores, nos sistemas de geração de energia fotovoltaica, conectados ou não à rede de energia elétrica. Isolado e coberto com materiais não halogenado, com características especiais quanto à não propagação, autoextinção do fogo e baixa emissão de fumaça, livre de metais pesados atendendo às diretivas RoHS 2000/53 CE e 2002/95 CE.	Rolo R\$/m	50	R\$ 4,70	R\$ 235,00
----	------------	--	------------	----	----------	------------

66	Instalador	Par de Conector MC4 (macho e fêmea): IP67/68; 1000V; material de contato cobre estanhado; salt spray tested IEC 60068-2-52; minimum current 30A. Resistência ao tempo (proteção UV e umidade e intempéries), seção nominal de cabos até 6 mm <sup>2</sup> .	Par	16	R\$ 24,00	R\$ 384,00
----	------------	---	-----	----	-----------	------------

ITEM	NIVEL DE FORMAÇÃO	DESCRIÇÃO / ESPECIFICAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE (Turma de 20 alunos)	PREÇO UNITÁRIO (análise realizada em 01/2017, somente para itens específicos de FV)	PREÇO TOTAL
67	Instalador	Par de Conector MC4 multibranch: IP67/68; 1000V; material de contato cobre estanhado; salt spray tested IEC 60068-2-52; minimum current 30A, Resistência ao tempo (proteção UV e umidade e intempéries), seção nominal de cabos até 6 mm <sup>2</sup> .	Par	4	R\$ 90,00	R\$ 360,00
68	Instalador	Lâmpada fluorescente CC: Potência entre 9 - 15W, Tensão: 12Vcc, Base: E27.	Unid	10	R\$ 25,00	R\$ 250,00
69	Instalador	Lâmpada LED: Potência 15W, Tensão: 220V, Temperatura de Cor 6.500K Branca, Fluxo Luminoso mínimo: 1450 lm, Equivalência: Incandescente 150W, Eficiência Energética mínima: 98 lm/W, Base: E27. Ângulo de Abertura: 200°. Índice de Reprodução de Cor: >80. Fator de Depreciação: 70%. Vida Médiana: 30.000 horas. Garantia: 1 Ano. Dimensões mínimas 119 x 60mm.	Unid	10	R\$ 18,00	R\$ 180,00
70	Instalador	Terminal tubular ilhós sem silicone e sem halogênio, com estanhagem galvanica, 2,5 mm <sup>2</sup>	Pac (c/ 100 unid.)	1	R\$ 18,00	R\$ 18,00

71	Instalador	Graxa: Aparência pasta na cor azul, temperatura de trabalho -15°C até +100°C, penetração trabalhada de 265 - 295mm, não tóxico, 500gr	Pac	1	R\$ 20,00	R\$ 20,00
<b>INSTRUMENTOS</b>						
72	Instalador	Bússola analógica com visada tour, em plástico ABS e ajuste norte geográfico. Design moderno: composição/material plástico ABS com visada tour; dimensões mínimas aproximadas do produto em (cm) – A x L x P: 20 x 11 x 2 cm; peso líquido mínimo aproximado do produto (kg) 110g, garantia do fornecedor: 3 meses	Unid	8	R\$ 18,00	R\$ 144,00
73	Instalador	Alicate amperímetro digital, Instrumento digital portátil de bolso com holster protetor, LCD de 3 - 3/4 dígitos, Congelamento de leitura, Ajuste de zero e desligamento automático, realiza medidas de corrente AC e DC com resolução máxima de 0.01A. Taxa de Amostragem mínima: 3.0 vezes/segundo, Polaridade: Automática, Indicação de Bateria Fraca, Indicação de Sobrefaixa: OL, Data Hold, Desligamento Automático, Abertura da Garra mínima: 21mm, Mudança de Faixa: Manual, Coeficiente de Temperatura: 0.1 x (precisão especificada) / °C (ou melhor), < 18°C ou > 28°C, Ambiente de Operação: 0°C a 40°C, RH < 75%, Ambiente de Armazenamento: -20°C a 60°C, RH < 80%, Segurança: De acordo com a IEC61010-1 Categoria de Medida II 300V, Alimentação: Duas baterias de 1.5V LR44, Altitude: Operação abaixo de 2000m, Uso interno, Grau de Poluição: 2. CORRENTE DC: Faixas: 40A, 200A, Precisão: ± (3.0%+5D), Resolução: 0.01A, 0.1A, Proteção de Sobrecarga: 200A AC RMS. CORRENTE AC: Faixas: 40A, 200A, Precisão: ± (2.5%+8D), Resolução: 0.01A, 0.1A, Resposta em Frequência: 50Hz~60Hz, Proteção de Sobrecarga: 200A AC RMS.	Unid	4	R\$ 700,00	R\$ 2.800,00
ITEM	NIVEL DE FORMAÇÃO	DESCRIÇÃO / ESPECIFICAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE (Turma de 20 alunos)	PREÇO UNITÁRIO (análise realizada em 01/2017, somente para itens específicos de FV)	PREÇO TOTAL
74	Instalador	Medidor de ângulo: Nível Angular Plástico com dimensões mínimas de 5 x 9 cm, utilizado para descobrir o ângulo ou nivelar através do ângulo desejado; com precisão de 0,5 graus ou menor; rapidez no posicionamento; visor 360 graus; diâmetro mínimo: 10,4 cm; ponteiro de fácil leitura com até 7,5 cm; base (esquadro) com dimensões mínimas: 7,5 x 8,5cm.	Unid		-	-

75	Instalador	Medidor de radiação solar portátil/ Solarímetro: faixa mínima de medição da radiação solar de 1W/m <sup>2</sup> a 1300W/m <sup>2</sup> . Faixa mínima de indicação da exposição energética de 1Wh/m <sup>2</sup> a 500 kWh/m <sup>2</sup> . Frequência de medição máxima de 2s. precisão de 5% ou melhor, frequência de amostragem 60Hz ou maior. Tempo de medição contínua mínimo de 3 dias, resultados devem ser salvos no instrumento quando ele é desligado. Temperatura de operação: de -10°C a +50°C. Alimentação por pilhas LR3-AAA. Em conformidade com as diretivas RoHS. Com elemento sensor composto por uma célula solar com as seguintes características: resposta espectral de 400 a 1100 nm, sensibilidade nominal 100mV para 1000W/m <sup>2</sup> ou melhor. Correção da resposta do efeito cosseno até 80°. Coeficiente de temperatura +0,1%/°C. área efetiva 1 cm <sup>2</sup> , temperatura de operação de -30°C a +60°C, hermeticamente selada, com filtro PMMA para UV, célula de silício policristalino, corpo protetor em poliuretano, comprimento do cabo de no mínimo 1,25m que permita ser desconectado do instrumento. Garantia: 12 meses (3 meses de garantia legal por lei, contando a partir da data de emissão da Nota Fiscal de Venda e 9 meses de garantia concedido pelo fabricante contra defeito de fabricação)	Unid	4	-	-
----	------------	---	------	---	---	---

76	Pós-Técnico	Termômetro Digital Infravermelho com mira a Laser: Sistema de Medição por Infravermelho, Display LCD de 3 1/2 Dígitos ou maior, Faixas de Medição mínima (Infravermelho) de -20 a 400°C, Resolução: (0,1°C / 0,1°F) ou melhor, Mudança de Faixa: Automática, Resposta Espectral de 8 a 14 µm, Emissividade Ajustável de 0,1~1,0, Campo de Visão de 12:1, Precisão Básica de ±2% Leit. Ou ±2°C, Conformidade Laser Classe II, Alimentação: 1x9V. Garantia: 12 meses (3 meses de garantia legal por lei, contando a partir da data de emissão da Nota Fiscal de Venda e 9 meses de garantia concedido pelo fabricante contra defeito de fabricação)	Unid	4	-	-
----	-------------	---	------	---	---	---

ITEM	NIVEL DE FORMAÇÃO	DESCRIÇÃO / ESPECIFICAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE (Turma de 20 alunos)	PREÇO UNITÁRIO (análise realizada em 01/2017, somente para itens específicos de FV)	PREÇO TOTAL
------	-------------------	---------------------------	---------	---------------------------------	---	-------------

77	Projetista	Termovisor: Detector Matriz de Plano Focal (FPA), microbolômetro não refrigerado de no mínimo 160 x 120 pixels (19.200) pixels; Campo de visão de 25° x 19° com distância focal mínima 0,4m; Resolução espacial com lente de 25° (IFOV) 2,72mrad; Sensibilidade térmica 0,07 °C (70mK); Frequência de atualização da imagem 60Hz ou maior; Ajuste de foco manual em anel na lente; Zoom digital 1-2x contínuo; Faixa espectral 7,5 a 13µm; Display LCD com no mínimo 3,5 polegadas com tela sensível ao toque (touchscreen); Câmera visual com no mínimo 3.1 Megapixels; Modos de apresentação da imagem: imagem infravermelha, imagem visual, fusão de imagens PIP (Picture in Picture) e galeria de imagens em miniatura; Faixa de medição de temperatura -20°C até 650°C; Precisão de temperatura ±2°C ou ±2% da leitura, a qual for maior; Possibilidade de análise da imagem diretamente na câmera com medição de no mínimo 3 pontos móveis , 3 áreas móveis com detector automático de ponto quente ou frio, isoterma e Delta T; Anotação de texto de uma lista pré-definida ou através da tela sensível ao toque; Anotação de voz de 60 segundos via bluetooth; capacidade de se comunicar via bluetooth com instrumentos; Wi-Fi com possibilidade de conectar o termovisor com iPad, iPhone e iPod Touch; Gravação de vídeo infravermelho não radiométrico MPEG-4 diretamente na câmera; Saída de vídeo radiométrico diretamente para o PC via cabo USB; Saída de vídeo composto; Mira Laser com identificação da posição real do laser diretamente no display; Correção de emissividade com tabela interna de materiais; Correção de "background" com umidade relativa, temperatura refletida, temperatura ambiente, distância e outros fatores importantes para precisão na medição de temperatura; Correção automática para janelas infravermelhas ao informar transmissividade; Ajuste automático e manual de amplitude e nível; no mínimo 6 paletas de cores; Menu de configuração em Português; Peso máximo 1,2 kg; Encapsulamento IP54 ou melhor; Software incluso, pós-processamento e emissão de relatório; Função de desligamento automático; Possibilidade de carregamento da bateria diretamente no termovisor ou em carregador externo para 2 baterias; Incluso carregador de bateria, 90/360V, 50-60Hz, com cabo de alimentação para carregamento da bateria dentro do termovisor; Temperatura de Operação: -15 a 50°C; Temperatura de Armazenamento: -40 a 70°C; Cartão micro SD (acompanha adaptador para mini SD e SD); Cabo USB e cabo de vídeo; Alça de mão; 1 bateria de lítio recarregável com duração de no mínimo 4 horas de uso contínuo sendo intercambiável sem necessidade de parafusos; Certificado de Calibração; Mala de transporte rígida; Manual de operação eletrônico em português.	Unid	1	R\$ 12.000,00	R\$ 12.000,00
78	Pós-Técnico	Traçador de curva IV: faixa de tensão 0 - 600V com precisão no min. ±1% e ±0,25V, faixa de corrente 0-20A com precisão no min. ±2% e ±40mA, com sensor de irradiação com precisão de ±4%, IP20, classe de proteção II	Unid	1	R\$ 2.000,00	R\$ 2.000,00
79	Pós-Técnico	Osciloscópio	Unid	1	-	-
ITEM	NÍVEL DE FORMAÇÃO	DESCRIÇÃO / ESPECIFICAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE (Turma de 20 alunos)	PREÇO UNITÁRIO (análise realizada em 01/2017, somente para itens específicos de FV)	PREÇO TOTAL

Analizador de qualidade de energia: Com as seguintes características: visualização em tempo real dos parâmetros gerais da rede: tensão, corrente, frequência, potências, fator de potência, assimetria, THD%, harmônicos, sequência de fase. Forma de onda dos sinais tensões, correntes, histogramas e harmônicos. Diagrama vetorial das tensões e correntes. Registro de parâmetros: cada parâmetro geral + energia. Número de parâmetros selecionáveis no mínimo 251. Período de Integração: 1, 2, 5, 10, 30seg. 1, 2, 5, 10 15, 30, 60min. Capacidade da Memória (15Mbytes) para análises maiores que 3 meses e 251 parâmetros @15min. Display TFT Retro-Iluminado Touch Screen.1/4" VGA (320 x 240). Contraste variável. Sistema Operacional Windows CE e Memória interna:15Mbytes expansível por CompactFlash. Interface:USB (Host e Client) e Compact Flash. Normas aplicadas: segurança do instrumento IEC/EN61010-1 CAT IV 600V para terra (Max.1000V entre as entradas). Documentação Técnica: IEC/EN61187. Segurança dos acessórios de medida: IEC/EN61010-031 e IEC/EN61010-2-032. Qualidade da Rede Elétrica: IEC/EN50160. Qualidade da Potência Elétrica: IEC/EN61000-4-30 Classe B. Assimetria: IEC/EN61000-4-7 e IEC/EN50160. Dupla Isolação, Grau de Poluição 2, IP 50. Alimentação por fonte de alimentação interna e bateria recarregável Li-ION 3,7V, autonomia > 3 horas.e fonte de alimentação externa por adaptador AC/DC, 100~240VAC / 50-60Hz - 5VDC, 1,5A. Auto desligamento após 5 minutos sem uso (sem o adaptador externo). Garantia válida por 24 (vinte e quatro) meses a partir da data da aquisição. Dimensões mínimas 235(A) x 165(L) x 75(P) mm. Peso (incluindo bateria) de aprox. 1,0kg. Temperatura de Referência para Calibração 23°C ± 5°C. Ambiente de Operação: 0°C ~ 40°C, RH < 80%. Altitude Máxima 2000m. Ambiente de Armazenamento: -10°C ~ 60°C, RH < 80%. Características para medição da tensão: Faixa para tensão fase-neutro: 0 ~ 600V e para tensão fase-fase: 0 ~ 1000V, Precisão: ± (0,5%+2Díg), Resolução: 0,1V, Impedância de Entrada: 10MΩ, Máximo fator de crista = 2, Valores de tensão < 2,0V são considerados como zero pelo instrumento. Conectável com TP externo com relação selecionável de 1:3000. Características para medição de corrente: Faixas: 0,0 ~ 49,9A / 50,0 ~ 300,0A Precisão: 0,0 ~ 49,9A ±(0,5%+0,24%FS) 50,0 ~ 300,0A ±(0,5%+0,06%FS), Valores de corrente < 1A são considerados como zero pelo instrumento. Faixas: 0 ~ 3000A, Precisão: ±(0,5%+0,06%FS), Valores de corrente < 5A são considerados como zero pelo instrumento, Para todas as faixas: Resolução: 0,1A, Impedância de Entrada: 510kΩ, Proteção de Sobrecarga: 5V, Máximo fator de crista = 3. Potência ativa/ reativa/ aparente nas faixas de 1k/10k/100k/1M/10M (W, VA, Var), Energia ativa/ reativa/ aparente nas faixas de 1k/10k/100k/1M/10M (Wh, VAh, Varh), Fator de potência de 0,20 a 1,00. Faixa Precisão para a faixa de 0,2 a 0,1 precisão de 1°, para a faixa de 0,5 a 0,8 precisão de 0,7° e para a faixa de 0,8 a 1 precisão de 0,6°. Para todas as faixas a resolução é de 0,01. Harmônica desde a DC até a 49ª ordem com precisão de ± 5% e resolução de 0,1V e 0,1A. Medição de frequência na faixa de 42,5Hz ~ 69,0Hz, com precisão de ±0,2% e resolução de 0,1Hz. Fornecido com cabo de conexão USB e software que permita a coleta dos dados armazenados, elaboração de gráficos, permita a exportação para arquivos XLS e PDF, impressão de gráficos e tabelas. Equipamento fornecido com bolsa e alça de transporte, bateria recarregável Li-ION 3,7V instalada, adaptador externo AC-DC, conjunto de pontas de prova com garra jacaré, garra de corrente para 4 faixas, manual de usuário em CD, cabo USB E CD com software, caneta para touch screen e guia rápido de uso

80 Pós-Técnico

Unid

1

-

-

ITEM	NÍVEL DE FORMAÇÃO	DESCRIÇÃO / ESPECIFICAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE (Turma de 20 alunos)	PREÇO UNITÁRIO (análise realizada em 01/2017, somente para itens específicos de FV)	PREÇO TOTAL
80	Pós-Técnico	Analizador de qualidade de energia: Com as seguintes características: visualização em tempo real dos parâmetros gerais da rede: tensão, corrente, frequência, potências, fator de potência, assimetria, THD%, harmônicos, sequência de fase. Forma de onda dos sinais tensões, correntes, histogramas e harmônicos. Diagrama vetorial das tensões e correntes. Registro de parâmetros: cada parâmetro geral + energia. Número de parâmetros selecionáveis no mínimo 251. Período de Integração: 1, 2, 5, 10, 30seg. 1, 2, 5, 10 15, 30, 60min. Capacidade da Memória (15Mbytes) para análises maiores que 3 meses e 251 parâmetros @15min. Display TFT Retro-Iluminado Touch Screen.1/4" VGA (320 x 240). Contraste variável. Sistema Operacional Windows CE e Memória interna:15Mbytes expansível por CompactFlash. Interface:USB (Host e Client) e Compact Flash. Normas aplicadas: segurança do instrumento IEC/EN61010-1 CAT IV 600V para terra (Max.1000V entre as entradas). Documentação Técnica: IEC/EN61187. Segurança dos acessórios de medida: IEC/EN61010-031 e IEC/EN61010-2-032. Qualidade da Rede Elétrica: IEC/EN50160. Qualidade da Potência Elétrica: IEC/EN61000-4-30 Classe B. Assimetria: IEC/EN61000-4-7 e IEC/EN50160. Dupla Isolação, Grau de Poluição 2, IP 50. Alimentação por fonte de alimentação interna e bateria recarregável Li-ION 3,7V, autonomia > 3 horas.e fonte de alimentação externa por adaptador AC/DC, 100~240VAC / 50-60Hz - 5VDC, 1,5A. Auto desligamento após 5 minutos sem uso (sem o adaptador externo). Garantia válida por 24 (vinte e quatro) meses a partir da data da aquisição. Dimensões mínimas 235(A) x 165(L) x 75(P) mm. Peso (incluindo bateria) de aprox. 1,0kg. Temperatura de Referência para Calibração 23°C ± 5°C. Ambiente de Operação: 0°C ~ 40°C, RH < 80%. Altitude Máxima 2000m. Ambiente de Armazenamento: -10°C ~ 60°C, RH < 80%. Características para medição da tensão: Faixa para tensão fase-neutro: 0 ~ 600V e para tensão fase-fase: 0 ~ 1000V, Precisão: ± (0,5%+2Díg), Resolução: 0,1V, Impedância de Entrada: 10MΩ, Máximo fator de crista = 2, Valores de tensão < 2,0V são considerados como zero pelo instrumento. Conectável com TP externo com relação selecionável de 1:3000. Características para medição de corrente: Faixas: 0,0 ~ 49,9A / 50,0 ~ 300,0A Precisão: 0,0 ~ 49,9A ±(0,5%+0,24%FS) 50,0 ~ 300,0A ±(0,5%+0,06%FS), Valores de corrente < 1A são considerados como zero pelo instrumento. Faixas: 0 ~ 3000A, Precisão: ±(0,5%+0,06%FS), Valores de corrente < 5A são considerados como zero pelo instrumento, Para todas as faixas: Resolução: 0,1A, Impedância de Entrada: 510kΩ, Proteção de Sobrecarga: 5V, Máximo fator de crista = 3. Potência ativa/ reativa/ aparente nas faixas de 1k/10k/100k/1M/10M (W, VA, Var), Energia ativa/ reativa/ aparente nas faixas de 1k/10k/100k/1M/10M (Wh, VAh, Varh), Fator de potência de 0,20 a 1,00. Faixa Precisão para a faixa de 0,2 a 0,1 precisão de 1°, para a faixa de 0,5 a 0,8 precisão de 0,7° e para a faixa de 0,8 a 1 precisão de 0,6°. Para todas as faixas a resolução é de 0,01. Harmônica desde a DC até a 49ª ordem com precisão de ± 5% e resolução de 0,1V e 0,1A. Medição de frequência na faixa de 42,5Hz ~ 69,0Hz, com precisão de ±0,2% e resolução de 0,1Hz. Fornecido com cabo de conexão USB e software que permita a coleta dos dados armazenados, elaboração de gráficos, permita a exportação para arquivos XLS e PDF, impressão de gráficos e tabelas. Equipamento fornecido com bolsa e alça de transporte, bateria recarregável Li-ION 3,7V instalada, adaptador externo AC-DC, conjunto de pontas de prova com garra jacaré, garra de corrente para 4 faixas, manual de usuário em CD, cabo USB E CD com software, caneta para touch screen e guia rápido de uso	Unid	1	-	-

### SOFTWARES DE SIMULAÇÃO

81	Pós-Técnico	Software de simulação para sistemas FV (PVSystem, PV*Sol ou similar)	Unid	8	-	-
----	-------------	--	------	---	---	---

### ESTAÇÃO METEOROLÓGICA

82	Projetista	Datalogger (Módulo para leitura e registro de variáveis analógicas, digitais e outras): 8 canais de entrada analógica universais: Termopares, V, mV, mA, Pt100 e Pt1000; Taxas de leitura e registro dos canais de até 1000/segundo; Resolução de conversão A/D de 24 bits. 8 I/Os digitais (configurados individualmente como entrada ou saída). 2 saídas a relé (NA, NF e comum). Interface RS485 (Modbus mestre ou escravo). Quando mestre Modbus, pode ler até 64 registradores de outros escravos; Dados lidos podem ser usados para registro, alarmes ou cálculos. Interface ethernet com diversos serviços disponíveis: Envia e-mails para notificação de alarmes (SMTP); Serve páginas web com informações dos canais e de status (HTTP); Permite coleta de dados de registro via FTP (cliente e servidor); Tem acesso aos valores dos canais e de status via software de gerenciamento de redes (SNMP e traps); Permite comunicação Modbus pela interface Ethernet <(Modbus TCP). Interface USB-device para configuração, monitoração e coleta. Interface USB-host para coleta de dados via pen drive. Até 32 alarmes configuráveis. Ações de alarme podem incluir: Acionamento de relés; Acionamento de saídas digitais; Envio de e-mails para múltiplos destinatários; Envio de traps SNMP; Início e término dos registros. Até 128 canais virtuais. Funções matemáticas básicas para aplicar em outros canais: adição, subtração, multiplicação, divisão, lógica (E, OU e OU exclusivo), raiz quadrada e potenciação. Saída 24 Vcc para alimentação de até 8 transmissores 4-20 mA. Alimentação 18 a 30 Vcc. Comunicação RS485 com o FieldLogger. Registro: Memória para até 512k registros, expansível com cartão SD; Até 100 canais podem ser registrados a uma taxa configurável; Coleta via software de configuração ou via DLL de coleta fornecida gratuitamente. Homologado UL. Produto beneficiado pela Legislação de Informática.	Unid	1	-	-
83	Projetista	Teclado e display portátil para datalogger	Unid	1	-	-
84	Projetista	Modem Ethernet NL115	Unid	1	-	-
85	Projetista	Cartão de memória CFMGC para Modem NL115	Unid	1	-	-
86	Projetista	Bateria recarregável 12V/7Ah com regulador de tensão e suporte PS100	Unid	1	-	-
87	Projetista	Regulador de tensão para bateria recarregável CH100	Unid	1	-	-
88	Projetista	Fonte de alimentação 18Vdc 14014-USC	Unid	1	-	-
89	Projetista	Caixa selada com entradas para cabos e suporte para haste vertical ENC 14/16-DC-MM	Unid	1	-	-
90	Projetista	Sensor de velocidade e direção do vento Met One em alumínio, c/ 10m de cabo	Unid	1	-	-

ITEM	NÍVEL DE FORMAÇÃO	DESCRIÇÃO / ESPECIFICAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE (Turma de 20 alunos)	PREÇO UNITÁRIO (análise realizada em 01/2017, somente para itens específicos de FV)	PREÇO TOTAL
------	-------------------	---------------------------	---------	------------------------------------	--	-------------

91	Projetista	Sensor de temperatura e umidade relativa HMP155A-L12	Unid	1	-	-
92	Projetista	Abrigo de ventilação natural para sensor de temp. e umid. 41005-5	Unid	1	-	-
93	Projetista	Sensor de pressão barométrica CS106	Unid	1	-	-
94	Projetista	Pluviômetro TE525MM	Unid	1	-	-
95	Projetista	Base de nivelamento para pluviômetro - CSB-CM100	Unid	1	-	-
96	Projetista	Haste vertical para pluviômetro - CSB-CM310	Unid	1	-	-
97	Projetista	Piranômetro SMP11 (Global, inclinada)	Unid	2	-	-
98	Projetista	Refil desumidificador 2443960	Unid	2	-	-
99	Projetista	SPN1 Sensor de horas de brilho solar (Sushine Duration Sensor), modelo SPN1	Unid	1	-	-
100	Projetista	Si-02-Pt100-4L-x Sensor de Irradiancia, elemento sensor de silicón (Silicon irradiance sensor) com sensor de temperatura integrado PT100 e cabo de 4m	Unid	2	-	-
101	Projetista	Torre meteorológica de alumínio ou aço galvanizado de 2m com	Unid	1	-	-
102	Projetista	aterramento para fixação de sensores	Unid	1	-	-
103	Projetista	Suporte para o anemômetro - CSB- CM220	Unid	1	-	-
104	Projetista	Suporte para sensor de radiação solar com ajuste de ângulo (0 a 90°) – CM245	Unid	1	-	-
105	Projetista	Conjunto de medição de vento: Anemômetro de três copos, circuito eletromagnético que produza um trem de pulsos proporcional à velocidade do vento, composto por um potenciômetro acoplado a um leme, que permita a indicação da direção do vento, fornecendo um sinal analógico proporcional ao azimute da direção do vento. Temperatura de operação -30° a +70°C. Características do anemômetro: faixa de medida entre 0 e 50 m/s, precisão ±0,11 m/s para uma velocidade até 10,1 m/s e ±1,1% para uma velocidade acima de 10,1 m/s, resolução de 0,7998 m/s, velocidade de partida de 0,4 m/s. Características do leme e do indicador de direção do vento: faixa mecânica de 360°, faixa elétrica de 356°, precisão de ±4%, resolução de 0,5°.		1	-	-
ITEM	NIVEL DE FORMAÇÃO	DESCRIÇÃO / ESPECIFICAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE (Turma de 20 alunos)	PREÇO UNITÁRIO (análise realizada em 01/2017, somente para itens específicos de FV)	PREÇO TOTAL

106	Projetista	<p>Coletor de dados: Com capacidade de armazenamento de 4MB, composto por bateria recarregável com regulador de voltagem, fonte AC de alimentação, podendo ser alimentado a partir de um painel fotovoltaico, caixa ambientalmente selada 12x14 polegadas, com 2 conduítes para cabos e suporte, garantia do fornecedor de 2 anos, fornecido com manuais, cabos de comunicação e software de instalação, configuração e operação. Taxa de execução do programa entre 10ms a 24hn, com incrementos de 10ms, entradas analógicas com 3 entradas diferenciais e 6 não diferenciais, com resolução de acordo com a faixa de entrada de tensão: para <math>\pm 5000\text{mv}</math> – resolução <math>667\mu\text{V}</math> (canal diferencial) - <math>1333\mu\text{V}</math> (resolução básica); <math>\pm 2500\text{mv}</math> – resolução <math>333\mu\text{V}</math> (canal diferencial) - <math>667\mu\text{V}</math> (resolução básica); <math>\pm 250\text{mv}</math> – <math>33,3\mu\text{V}</math> (resolução diferencial) – <math>66,7\mu\text{V}</math> (resolução básica); <math>\pm 25\text{mV}</math> – <math>3,33\mu\text{V}</math> (resolução diferencial) – <math>6,7\mu\text{V}</math> (resolução básica); <math>\pm 7,5\text{mV}</math> – <math>1,0\mu\text{V}</math> (resolução diferencial) – <math>2,0\mu\text{V}</math> (resolução básica); <math>\pm 2,5\text{mV}</math> – <math>0,33\mu\text{V}</math> (resolução diferencial) – <math>0,67\mu\text{V}</math> (resolução básica). Precisão <math>\pm 0,06\%</math> para temperatura entre <math>0^\circ\text{C}</math> e <math>40^\circ\text{C}</math>; <math>\pm 0,12\%</math> para temperatura entre <math>-25^\circ\text{C}</math> e <math>50^\circ\text{C}</math>; <math>\pm 0,18\%</math> para temperatura entre <math>-55^\circ\text{C}</math> e <math>85^\circ\text{C}</math>. Ruído para tensão de entrada diferencial <math>\pm 2,5\text{mV}</math>. Permita a medida do tempo e a conversão para grandezas de engenharia, para medidas de tensão, para coletor de dados efetua integração no sinal em 0,25 ms. Modo de rejeição da tensão DC 70 dB a 60Hz. Corrente de entrada <math>\pm 1\text{ nA}</math> típico. Resistência de entrada 20 Gohms típica. Possua 2 saídas analógicas com faixa de saída <math>\pm 2,5\text{V}</math> com resolução de <math>0,67\text{mV}</math>. Período de cálculo de média com resolução de 136ns, permitindo que qualquer entrada analógica possa ser calculada sua média. Contador de pulsos de 24bits com período de varredura máximo de <math>16,7 \times 10^6</math>, máxima frequência de entrada 20 kHz, tensão máxima de <math>\pm 20\text{V}</math>. 4 portas de entrada e saída digitais selecionáveis por software. Possua uma fonte regulada de saída, que permita ligar e desligar por software. 10 interfaces SDI-12 em acordo com a norma IEC 61326:2002. Processador de 16 bits core interno de 32 bits rodando a 7,4 MHz, interface serial RS-232, tensão de alimentação 9,6 a 16 Vdc, bateria interna de lítio 1200mA, garantia de 3 anos contra defeitos.</p>	Unid	-	-
-----	------------	--	------	---	---

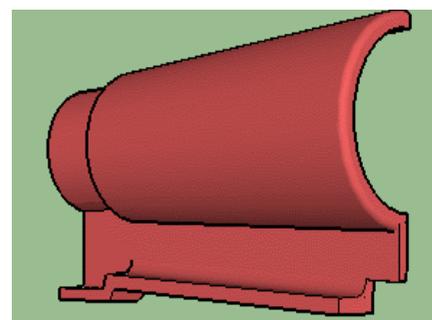
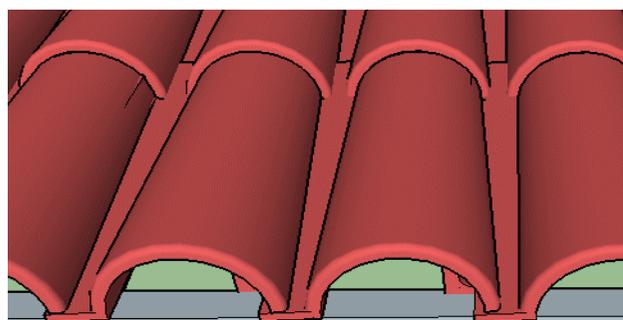
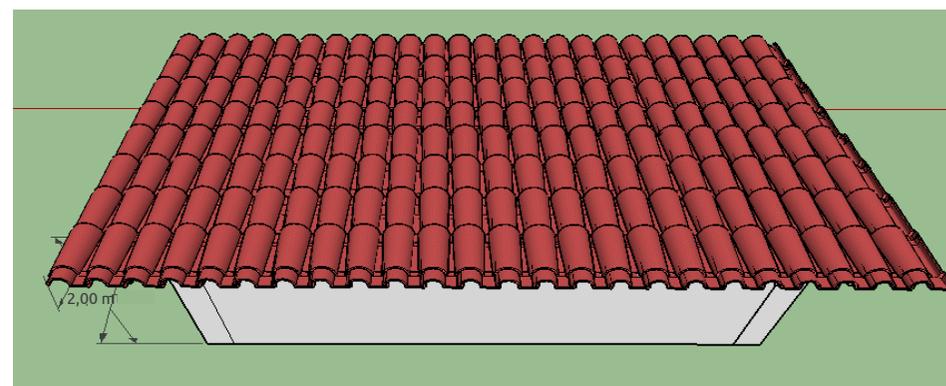
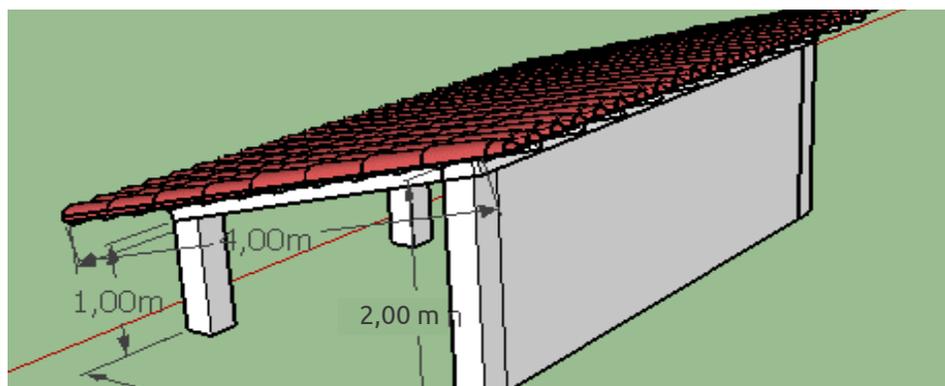
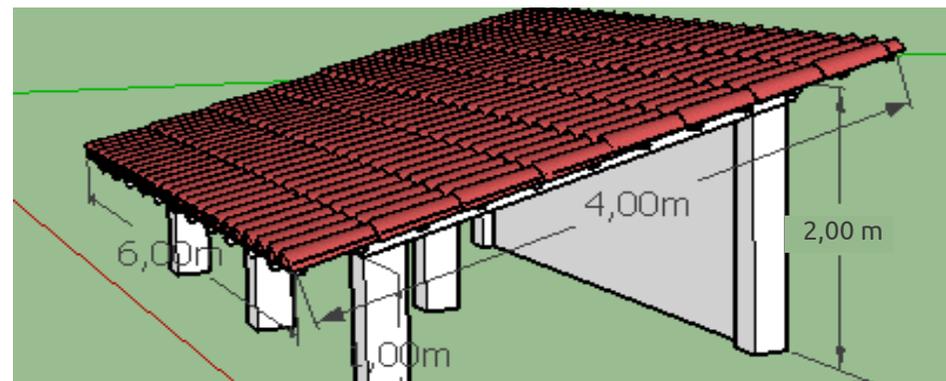
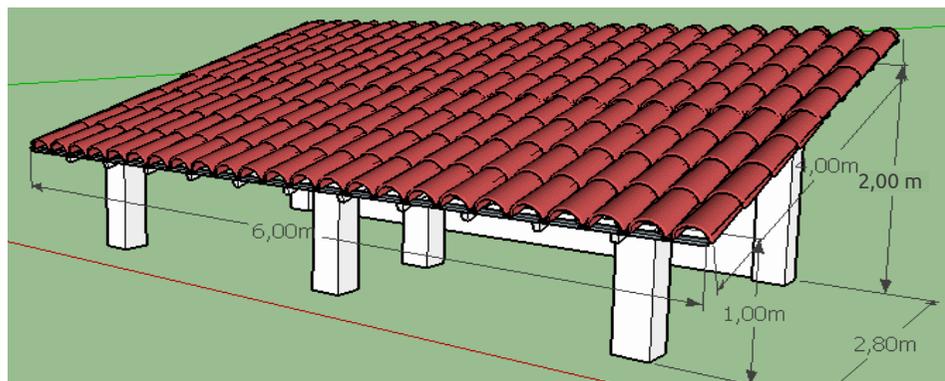
107	Projetista	<p>Piranometro 2nd class: Constituídos por um sensor de termopilha para medição da radiação solar, com <math>180^\circ</math> de campo de visão, utilização contínua interna ou externa. Equipamento de segunda classe de acordo com a norma ISO 9060:1990, faixa espectral de 300 a 2800 nm, permita a medição com uma irradiância de até <math>2000\text{ W/m}^2</math>. Tempo de resposta menor que 18s, sensibilidade típica de <math>10\mu\text{V/W/m}^2</math>, que varia menos que 5% na faixa de temperatura de <math>-10^\circ\text{C}</math> a <math>+40^\circ\text{C}</math>; faixa de temperatura de operação entre <math>-40^\circ\text{C}</math> e <math>+80^\circ\text{C}</math>; estabilidade menor que 1% ao ano; erro direcional menor que <math>20\text{ W/m}^2</math> até <math>80^\circ</math> de incidência.</p>	Unid	1	-	-
-----	------------	--	------	---	---	---

ITEM	NIVEL DE FORMAÇÃO	DESCRIÇÃO / ESPECIFICAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE (Turma de 20 alunos)	PREÇO UNITÁRIO (análise realizada em 01/2017, somente para itens específicos de FV)	PREÇO TOTAL
------	-------------------	---------------------------	---------	---------------------------------	---	-------------

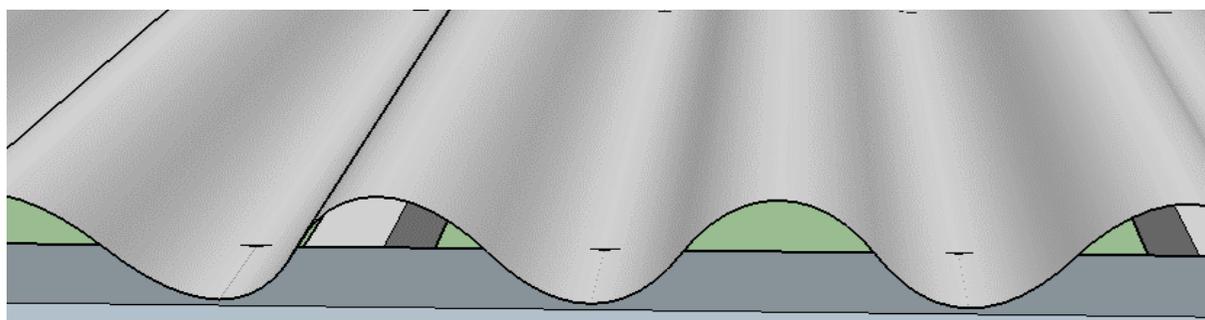
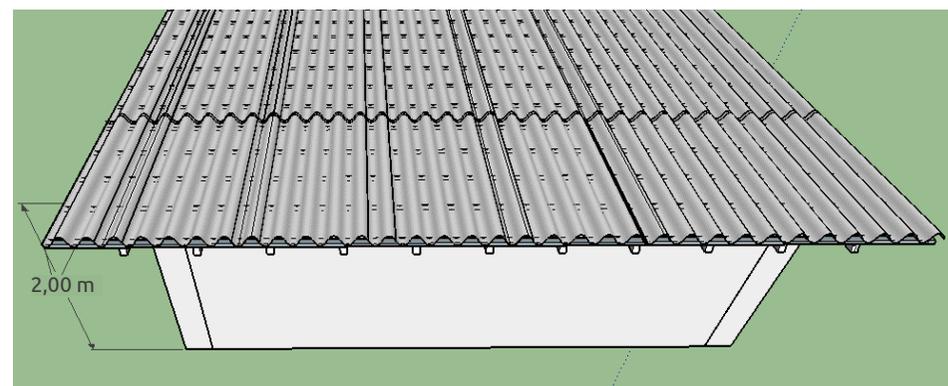
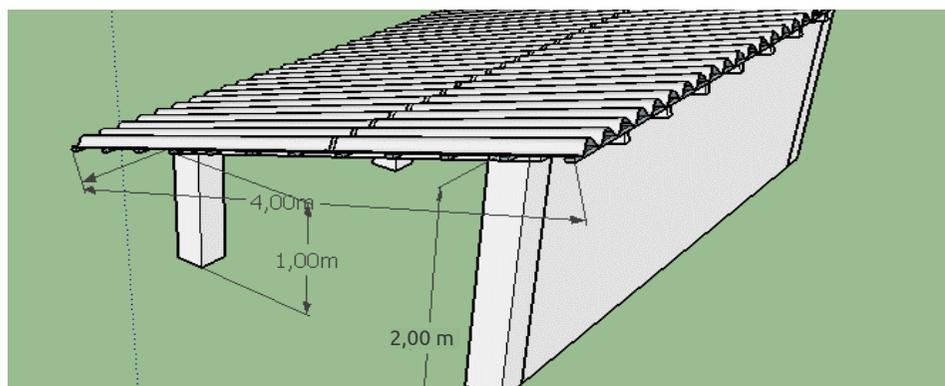
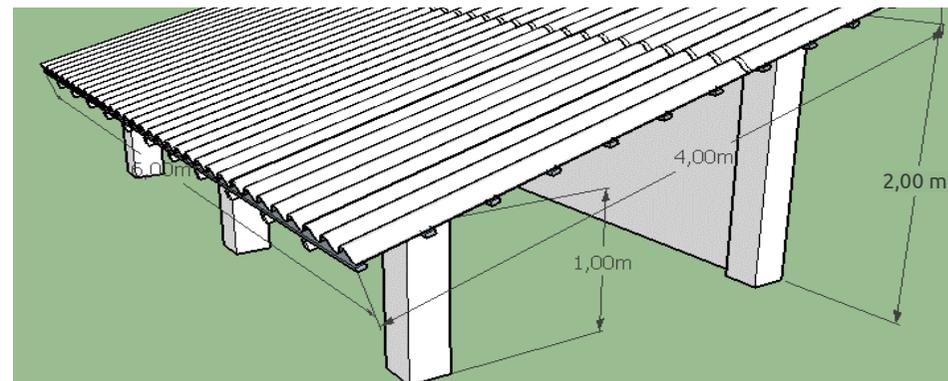
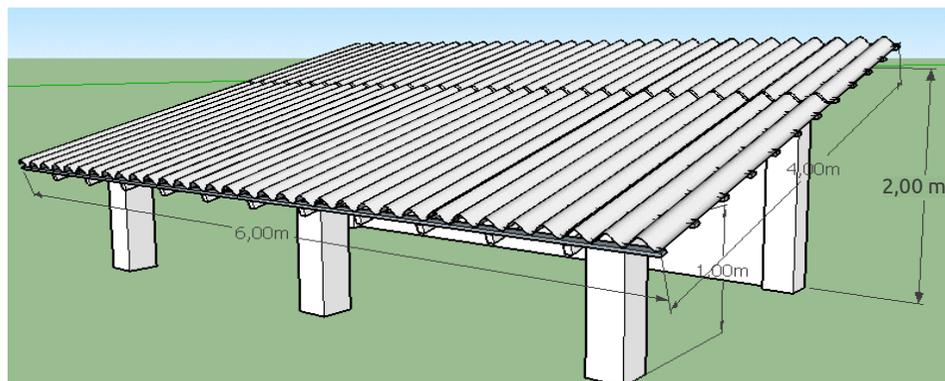
108	Projetista	Piranômetro padrão secundário: Constituídos por um sensor de termopilha para medição da radiação solar, com 180° de campo de visão, utilização contínua interna ou externa. Equipamento padrão secundário de acordo com a norma ISO 9060:1990, faixa espectral de 285 a 2800 nm; permita a medição com uma irradiância de até 4000 W/m <sup>2</sup> ; tempo de resposta menor que 5s, sensibilidade de 7 a 14 µV/W/m <sup>2</sup> , que varia menos que 1% na faixa de temperatura de -20°C a +50°C; faixa de temperatura de operação entre -40°C e +80°C; estabilidade menor que 1% ao ano; erro direcional menor que 10 W/m <sup>2</sup> até 80° de incidência.	Unid	1	-	-
109	Projetista	Sensor de radiação PAR: Sensor de medição da radiação fotossinteticamente ativa (PAR) composto por difusor para correção do efeito cosseno, operação contínua interna ou externa; o flange de montagem possui ajuste de nivelamento por nível de bolha e parafusos, faixa espectral entre 400 e 700 nm, sensibilidade entre 4 e 10 µV/µmol.m <sup>2</sup> ; impedância de 240 ohms; tempo de resposta menor que 1 µs; não estabilidade menor que 2% ao ano; não linearidade menor que 1%; resposta direcional menor que 30 µmol.m <sup>2</sup> ; resposta com a temperatura menor que -0,12%/°C; campo de visão de 180° e faixa de temperatura de operação -30°C a 70°C.	Unid	1	-	-
110	Projetista	Piranômetro fotovoltaico: Constituído por um sensor fotovoltaico de silício de alta estabilidade, calibrado em relação a um piranômetro padrão secundário sob condições de luz natural, erro típico entre ±5%. Sensibilidade típica de 90 µA para 1000 W/m <sup>2</sup> . Linearidade com desvio máximo de 1% para radiação até 3000 W/m <sup>2</sup> . Estabilidade: mudança menor que ±2% sobre um período de um ano. Tempo de resposta 10µs. Dependência com a temperatura de no máximo 0,15% por °C. Correção do efeito cosseno para uma incidência de até 80°, Erro de azimute para uma elevação de 45° menor que ±1% sobre 360°. Temperatura de operação entre -40 °C e 56 °C. Umidade relativa entre 0 e 100%. Abrigo do sensor de alumínio anodizado com difusor de acrílico. Comprimento do cabo de no mínimo 3m. Fornecido com resistor de precisão para conversão de microampères para microvolts.	Unid	1	-	-
<b>MATERIAL DE EXPOSIÇÃO</b>						
111	Pós-Técnico	Painel fotovoltaico monocristalino 150W: Módulo solar fotovoltaico de silício monocristalino de 150 Wp, tensão de circuito aberto mínimo de 22 V, corrente de curto circuito mínima de 9,1 A, tensão no ponto de máxima potência de no mínimo 17,8 V, corrente no ponto de máxima potência de no mínimo 8,4 A; coeficiente de temperatura da corrente de curto circuito máximo de +0,049%/°C; coeficiente de temperatura da tensão de circuito aberto mínimo -0,34%/°C; coeficiente de temperatura do ponto de máxima potência mínimo -0,43%/°C, moldura em alumínio anodizado, vidro frontal temperado, em conformidade com as normas da ABNT relativas à módulos fotovoltaicos, fornecido com manual de instalação e garantia de no mínimo 20 anos.	Unid	1	-	-
ITEM	NIVEL DE FORMAÇÃO	DESCRIÇÃO / ESPECIFICAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE (Turma de 20 alunos)	PREÇO UNITÁRIO (análise realizada em 01/2017, somente para itens específicos de FV)	PREÇO TOTAL

## Modelos de telhados de treinamento: A altura máxima do telhado não deve superar 2 m

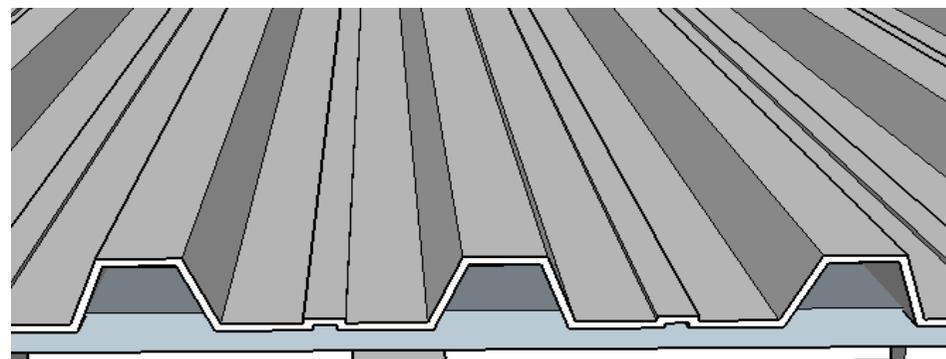
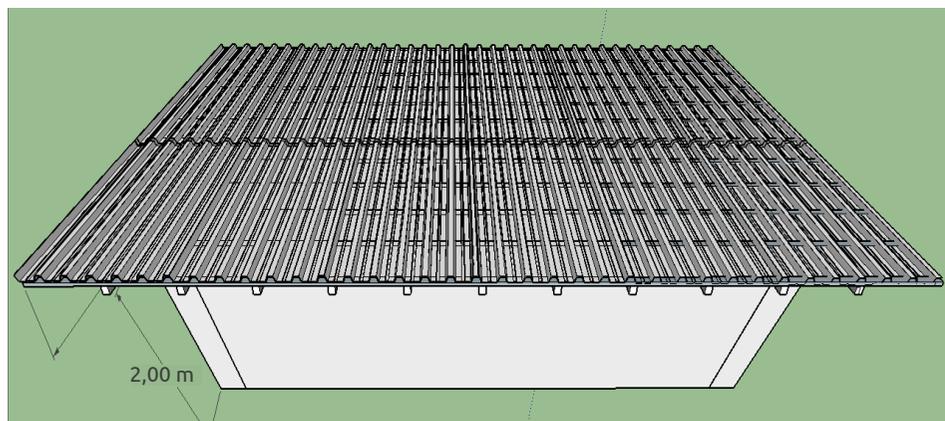
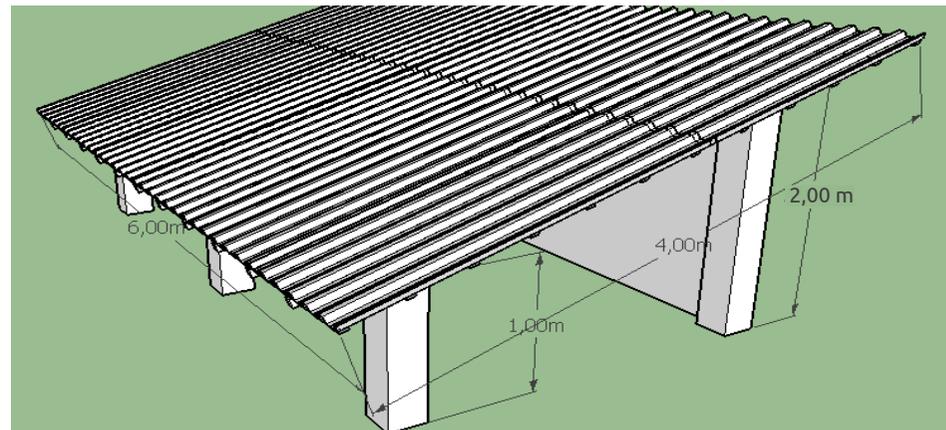
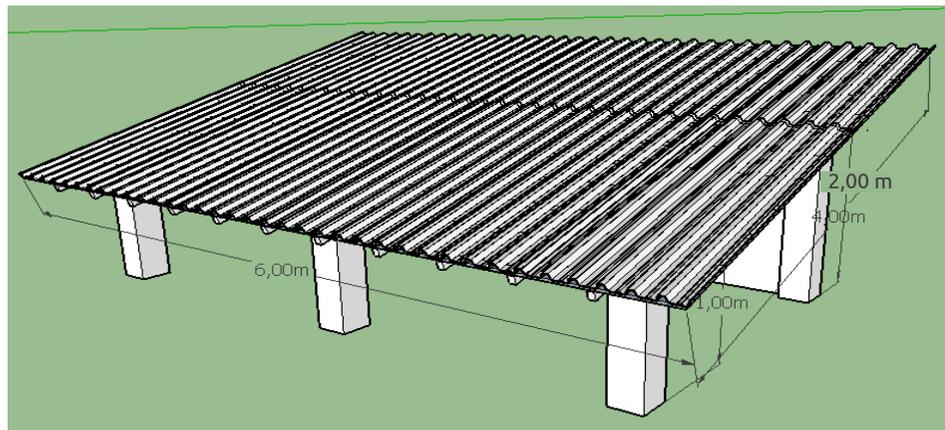
### Telhado de Telhas cerâmicas (6 x 4 m)



## Telhado fibrocimento (6 x 4 m)



## Telhado aço zincado (6 x 4 m)





# ANEXO III - LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA - INVENTÁRIO COMPLETO



## Observação:

Todos os equipamentos, instrumentos e ferramentas antes de serem comprados devem ser avaliadas novamente, confirmando suas especificações técnicas e custo.



Item	Descrição	Especificação técnica	Quantidade para turma de 20 alunos	Estimativa de Preço unidade - realizada em 01/2017	Estimativa de Preço total
1	Multímetro (True RMS)	Medidas de tensão DC e AC, corrente DC e AC	4	R\$ 200,00	R\$ 800,00
2	Alicate wattímetro de precisão portátil	Medidas de potencia	4	R\$ 1.000,00	R\$ 4.000,00
3	Megômetro digital	Equipamento de teste de isolamento	4	R\$ 500,00	R\$ 2.000,00
4	Tacômetro	RPM, contador, memorização do valor máximo, mínimo e da última leitura	1	R\$ 100,00	R\$ 100,00
5	Frequencímetro			R\$ 40,00	R\$ 40,00
6	Luxímetro digital portátil	Medição de iluminação	4	R\$ 300,00	R\$ 1.200,00
7	Termovisor	Termocamera infravermelha	1	R\$ 15.000,00	R\$ 15.000,00
8	Terrômetro	Medição da resistência de aterramento	4	R\$ 500,00	R\$ 2.000,00
9	Wattímetro	Verifica consumo de energia elétrica de equipamentos	4	R\$ 60,00	R\$ 240,00
10	Sequencímetro	Detector de tensão com medição de sequência de fase	4	R\$ 325,00	R\$ 1.300,00
11	Fasímetro	Mede sequência de fase	4	R\$ 430,00	R\$ 1.720,00
12	Analísadores de qualidade de energia elétrica (qualímetro)		4	R\$ 1.400,00	R\$ 5.600,00
13	Detector de tensão	Caneta detectora de tensão	4	R\$ 30,00	R\$ 120,00
14	Medidores de fluxo	Medidores de fluxo volumétrico e mássico de gases	4	R\$ 2.500,00	R\$ 10.000,00
15	Trena à laser	Medidor de distância por laser	1	R\$ 100,00	R\$ 100,00
16	Analísador de gás de combustão	Medição de O <sub>2</sub> , CO, Hpa e °C. com sonda	1	R\$ 4.500,00	R\$ 4.500,00
17	Detector de vazamento ultrassônico	Detector de vazamento ultrassônico	1	R\$ 230,00	R\$ 230,00
18	Medidor de vibração		1	R\$ 1.500,00	R\$ 1.500,00
19	Termo-higrômetro digital portátil	Medição de temperatura e umidade	1	R\$ 550,00	R\$ 550,00
20	Termômetro digital		4	R\$ 40,00	R\$ 160,00
21	Termômetros com sensores portáteis de temperatura	Medição de diferença de temperatura com sensor	1	R\$ 600,00 BRL	R\$ 600,00 BRL
22	Medidor de pressão diferencial		1	600,00 BRL	600,00 BRL
23	Registradores de dados e grandezas	Data logger	1	3.500,00 BRL	3.500,00 BRL

Item	Descrição	Especificação técnica	Quantidade para turma de 20 alunos	Estimativa de Preço unidade - realizada em 01/2017	Estimativa de Preço total
24	Pirômetro	Termômetro infravermelho digital	4	R\$ 350,00	R\$ 1.400,00
25	Piranometro	Medicao da irradiação solar	1	R\$ 1.500,00	R\$ 1.500,00
26	Anemômetro	Medição da velocidade do vento, temperatura do ar	4	R\$ 100,00	R\$ 400,00
27	Analisador de energia trifásico	Análise de parametrqs de energia	2	R\$ 15.000,00	R\$ 30.000,00
28	Condensate Tester (Ultrasom)	Spirax Sarco	1	R\$ 4.000,00	R\$ 4.000,00
29	Medidor de Qualidade do ar Interior	p/a ventilacao e ar condicionado	1	R\$ 3.000,00	R\$ 3.000,00
<b>Bancada didática</b>					
30	Inversor – motor elétrico – sistema de bombeamento	-	1	R\$ 50.000,00	R\$ 50.000,00
31	Trocador de calor	-	1	R\$ 60.000,00	R\$ 60.000,00
32	Bombas centrífugas	-	1	R\$ 35.000,00	R\$ 35.000,00
33	Motocompressor standard	-	1	R\$ 2.000,00	R\$ 2.000,00
34	Motocompressor inverter	-	1	R\$ 4.000,00	R\$ 4.000,00
<b>Software de Simulacao para Edifícios</b>					
35	Design Builder (annual licence)	software de simulação energética	4	R\$ 1.500,00	R\$ 6.000,00
36	edge (online gratuito) - <a href="https://www.edgebuildings.com/software/">https://www.edgebuildings.com/software/</a> .	Ferramenta de projeto para avaliar o desempenho energético de edifícios e testar diferentes estratégias	4	-	-
37	CBE Thermal Comfort Tool (online gratuito) - ( <a href="http://comfort.cbe.berkeley.edu/">http://comfort.cbe.berkeley.edu/</a> )	Definir estratégias operacionais para melhorar conforto térmico	4	-	-
38	Outros softwares para cálculo de carga térmica (ar condicionado)	-	4	-	-
<b>Software de Gestao de Energia</b>					
39	Folowenergy (empresas ACS, GESTAL, SCHNEIDER, etc.)	O sistema de monitoramento é o software mais o hardware que gerencia as cargas. Pagar mensalidade de 200reais e possivel.	1	R\$ 5.000,00	R\$ 5.000,00
40	Software (gratuito) para simulações e cálculos termodinâmicos (ES, etc.)	-	4	-	-

Item	Descrição	Especificação técnica	Quantidade para turma de 20 alunos	Estimativa de Preço unidade - realizada em 01/2017	Estimativa de Preço total
	Equipamentos de Segurança (quantidade a discutir internamente)			500,00 BRL	2.000,00 BRL
	Capacete com jugular		4	-	-
	óculos de segurança ampla visão		0	-	-
	Proteção de ouvidos (protetor auricular tipo plug)		0	-	-
	Proteção de mãos contra cortes, luva de raspa		0	-	-
	Proteção de mãos contra choques elétricos, luva de borracha		0	-	-
41	Proteção de pés, bota com biqueira de aço		0	-	-
	Arnês e antiqueda		0	-	-
	Linha de vida		0	-	-
	Ancoragem		0	-	-
	Kit de primeiros socorros		0	-	-
	Máscara de fuga		0	-	-
	Sinalização de segurança		0	-	-
	Cabo guia		0	-	-
				R\$ 395.695,00	R\$ 288.230,00







**SAIBA MAIS EM**  
**www.energif.org**



**PROFISSIONAIS  
PARA ENERGIAS  
DO FUTURO**



Por meio da:



**MINISTÉRIO DE  
MINAS E ENERGIA**

**MINISTÉRIO DA  
EDUCAÇÃO**

