

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS  
CONSELHO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO - CONSEPE

Secretaria dos Órgãos Colegiados Superiores (Socs)  
Bloco IV, Segundo Andar, Câmpus de Palmas  
(63) 3229-4067 | (63) 3229-4238 | consepe@uft.edu.br



**RESOLUÇÃO Nº 23, DE 21 DE AGOSTO DE 2019**

Dispõe sobre a criação do Curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Geração Distribuída com ênfase em Energia Solar Fotovoltaica (PPGGD), Câmpus de Palmas.

O Egrégio Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão (Consepe) da Universidade Federal do Tocantins (UFT), reunido em sessão ordinária no dia 21 de agosto de 2019, no uso de suas atribuições legais e estatutárias,

**RESOLVE:**

**Art. 1º** Referendar a aprovação da criação do Curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Geração Distribuída com ênfase em Energia Solar Fotovoltaica (PPGGD), Câmpus de Palmas, conforme Projeto, anexo único a esta Resolução.

**Parágrafo único.** A aprovação mencionada no *caput* deste artigo ocorreu por meio da Certidão *Ad Referendum* nº 011/2019 – Consepe, de 06 de junho de 2019.

**Art. 2º** Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

LUÍS EDUARDO BOVOLATO  
Reitor



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS

---

**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO *LATO SENSU* EM GERAÇÃO  
DISTRIBUÍDA COM ÊNFASE EM ENERGIA SOLAR  
FOTOVOLTAICA (PPGGD), CÂMPUS DE PALMAS.**

Anexo da Resolução nº 23/2019 – Consepe  
Referendada pelo Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão em 21 de agosto de 2019.

**PALMAS, TO  
2019**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS**

ANEXO ÚNICO DA RESOLUÇÃO Nº 23/2019 – CONSEPE

**COLEGIADO DO CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA  
CÂMPUS DE PALMAS**

**PROJETO**

**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO *LATO SENSU* EM GERAÇÃO  
DISTRIBUÍDA COM ÊNFASE EM ENERGIA SOLAR  
FOTOVOLTAICA, CÂMPUS DE PALMAS.**

PALMAS/TO  
2019

## **Sumário**

1 IDENTIFICAÇÃO DO CURSO:	6
2 RESUMO DA NECESSIDADE/IMPORTÂNCIA DO CURSO PARA A UFT, REGIÃO E ÁREA DO CONHECIMENTO	6
2.1 MUNICÍPIO DE PALMAS-TO	12
2.2 IMPACTO LOCAIS E REGIONAIS	12
2.3 IMPACTO PARA A UFT-CÂMPUS PALMAS	13
3 HISTÓRICO	14
4 OBJETIVOS DO CURSO	15
4.1 Objetivo Geral	15
4.2 Objetivos Específicos	16
5 PLANO DE VIABILIDADE FINANCEIRA	16
5.1 Custo Pessoal	18
5.2 Serviços Administrativos	18
5.3 Serviços de Terceiros e Equipamentos	18
5.4 Encargos Sociais	19
6 INDICADORES DE DESEMPENHO	19
7 METODOLOGIA	20
8 CONCEPÇÃO DO CURSO	20
9 CARACTERIZAÇÃO DO CURSO	23
10 ESTRUTURA E FUNCIONAMENTO DO CURSO	24
10.1 Infraestrutura	24
10.2 Corpo Docente	29
10.3 Processo de seleção	30
10.4 Matrícula	30
10.5 Sistemas de Avaliação	31
10.6 Aproveitamento de Disciplinas	32

10.7 Controle de Frequência	32
10.8 Trabalho de Conclusão	33
10.9 Certificação	34
10.10 Cronograma de Realização de Disciplinas	34
10.11 Período de realização do trabalho de conclusão do Curso/ Monografia	35
11 ESTRUTURA CURRICULAR	35
12 EMENTÁRIO	37
13 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56

## **1 IDENTIFICAÇÃO DO CURSO:**

**Nome do Curso:** Pós-Graduação (*Lato Sensu*) em Geração Distribuída com ênfase em Energia Solar Fotovoltaica (PPGGD)

**Unidade Acadêmica:** Palmas

**Colegiado de Engenharia Elétrica**

**Grande Área e Área do Conhecimento:**

3.04.00.00-7 - Engenharia Elétrica

3.04.04.00-2 - Sistemas Elétricos de Potência

3.04.04.01-0 - Geração da Energia Elétrica.

**Forma de oferta:** Presencial

**Coordenador:** Humberto Xavier de Araujo

Telefones e e-mail: +55 63 98501-5605 hxaraujo@uft.edu.br

**Sub-Coordenador:** Gisele Souza Parmezzani Marinho

Telefones e e-mail: +55 63 3229-4723 giselemarinho@uft.edu.br

O curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Geração Distribuída com ênfase em Energia Solar Fotovoltaica (PPGGD) da Universidade Federal do Tocantins, Câmpus de Palmas, estará ligado ao Colegiado do Curso de Engenharia Elétrica e à PROPESQ e estará a cargo do Professor Dr. Humberto Xavier de Araújo.

## **2 RESUMO DA NECESSIDADE/IMPORTÂNCIA DO CURSO PARA A UFT, REGIÃO E ÁREA DO CONHECIMENTO**

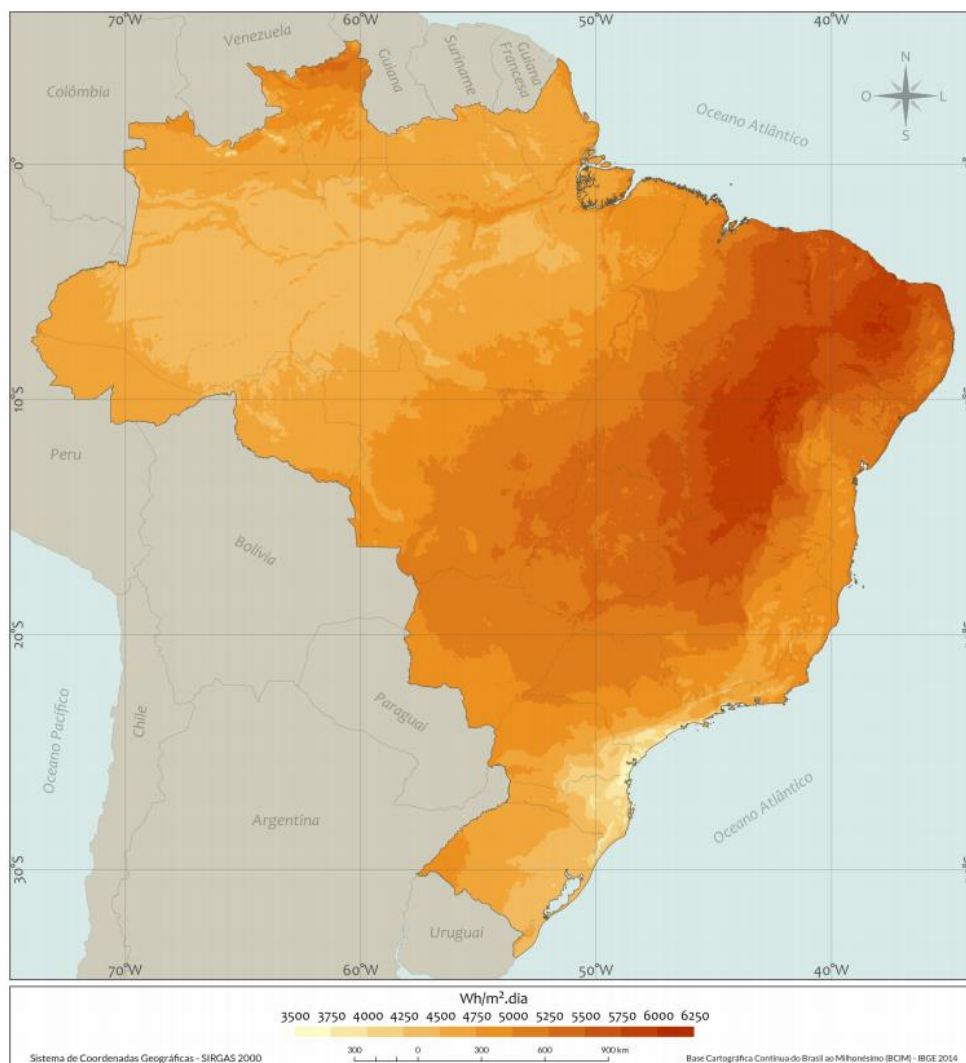
Desde 17 de abril de 2012, quando entrou em vigor a Resolução Normativa ANEEL nº 482/2012, o consumidor brasileiro pode gerar sua própria energia elétrica a partir de fontes renováveis ou cogeração qualificada e inclusive fornecer o excedente para a rede de distribuição de sua localidade. Trata-se da micro e da minigeração distribuídas de energia elétrica, inovações que podem aliar economia financeira, consciência socioambiental e autossustentabilidade (BRASIL,2012).

Os estímulos à geração distribuída se justificam pelos potenciais benefícios que tal modalidade pode proporcionar ao sistema elétrico. Entre eles, estão o adiamento de investimentos em expansão dos sistemas de transmissão e distribuição, o baixo impacto ambiental, a redução no carregamento das redes, a minimização das perdas e a diversificação da matriz energética.

Com o objetivo de reduzir os custos e tempo para a conexão da microgeração e minigeração; compatibilizar o Sistema de Compensação de Energia Elétrica com as Condições Gerais de Fornecimento através da Resolução Normativa nº 414/2010 da ANEEL (BRASIL, 2010); aumentar o público alvo; e melhorar as informações na fatura, a ANEEL publicou a Resolução Normativa nº 687/2015 revisando a Resolução Normativa nº 482/2012 (BRASIL,2015).

O potencial brasileiro para energia solar está entre os maiores do mundo. A Região Nordeste apresenta os maiores valores de irradiação solar global, com a maior média e a menor variabilidade anual entre todas as regiões geográficas (ver Figura 1). Os valores máximos de irradiação solar no país são observados na região central da Bahia (6,5 kWh/m<sup>2</sup>/dia), incluindo, parcialmente, o noroeste de Minas Gerais. Durante todo o ano, condições climáticas que conferem um regime estável de baixa nebulosidade e alta incidência de irradiação solar para essa região semiárida (INPE,2017).

Figura 1: Total da Irradiância Global Horizontal - Média Anual.



Fonte: INPE, 2017.

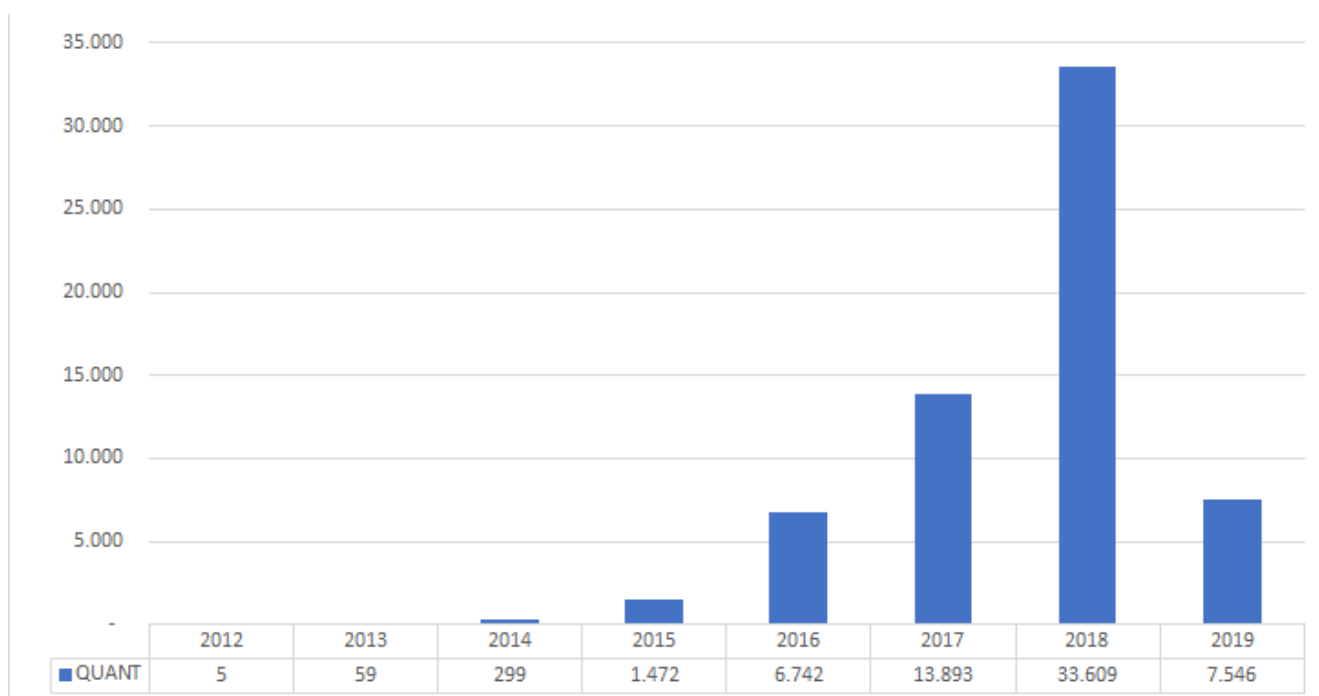
O estado do Tocantins é privilegiado pela sua localização geográfica (latitudes 6° à 13°). Essas características contribuem para uma geração elevada durante todas as estações do ano. Pois, as estações do ano têm pouco impacto na quantidade de hora de sol.

A Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Tocantins (Semarh) lançou em agosto de 2018 o Atlas Solarimétrico do Estado do Tocantins com o intuito de trazer o desenvolvimento, emprego e novas oportunidades de negócios na área da geração solar fotovoltaica.

A irradiação média anual brasileira varia entre 1.200 e 2.400 kWh/m<sup>2</sup>/ano, bem acima da média da Europa, mas há no mundo regiões com valores acima de 3.000 kWh/m<sup>2</sup>/ano, como Austrália, norte e sul da África, Oriente Médio, parte da Ásia Central, parte da Índia, sudoeste dos EUA, além de México, Chile e Peru.

A geração solar fotovoltaica no Brasil desde a entrada em vigor a Resolução Normativa ANEEL nº 482/2012 teve um grande avanço no quantitativo de unidades consumidoras com geração distribuída e a potências instalada dessas unidades geradoras. Conforme a Figura 2, o crescimento da geração solar fotovoltaica no Brasil a partir de 2015, chegou a um patamar de crescimento superior a 200%. Os dois primeiros meses de 2019 já representa um número de instalações superior a todo o ano de 2016. Isso mostra que a cada ano o crescimento tende a ser maior que o ano anterior.

Figura 2: Quantitativo de geração distribuída por ano.

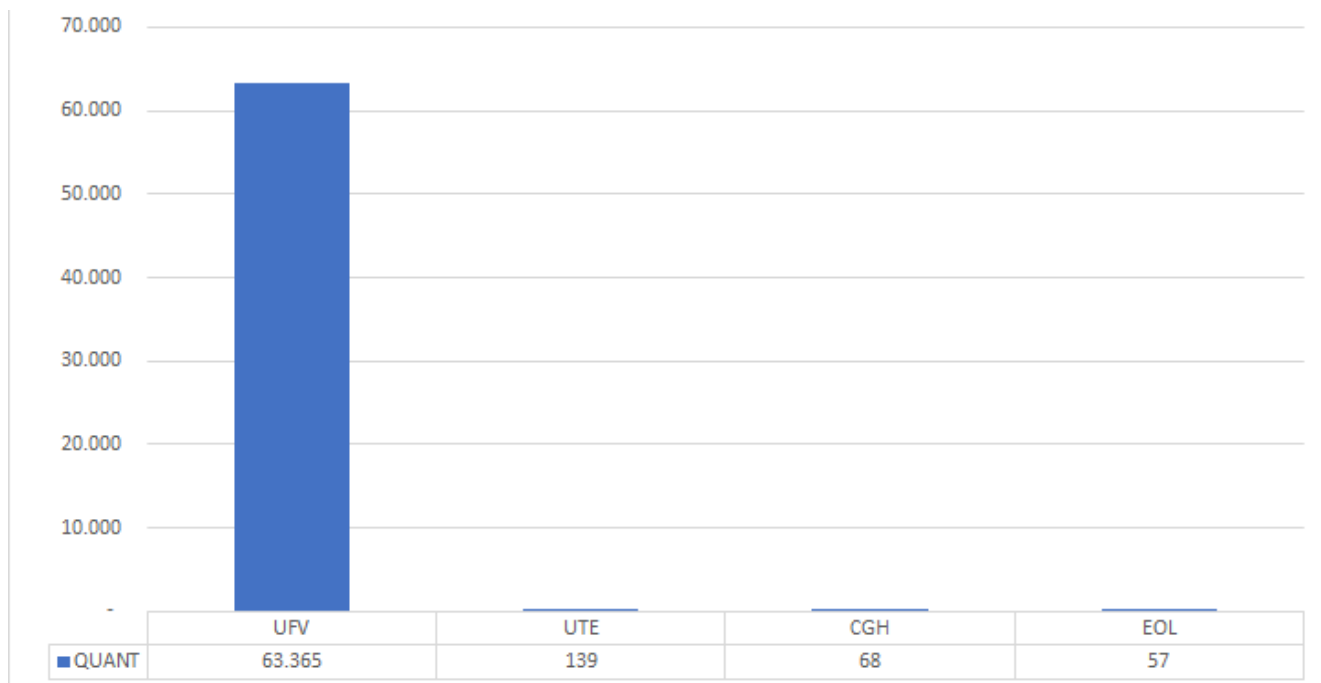


Fonte: adaptado de BRASIL, 2019



Dentre as fontes renováveis de energia que enquadram na Resolução Normativa nº 482/2012 da Aneel, a geração solar fotovoltaica representa 63.365 unidades geradoras em um universo de 63.629. Isso representa 99,58% da geração distribuída pertencente ao sistema de compensação de energia (ver Figura 3).

Figura 3: Quantitativo de geração distribuída por fonte.



Fonte: adaptado de BRASIL,2019

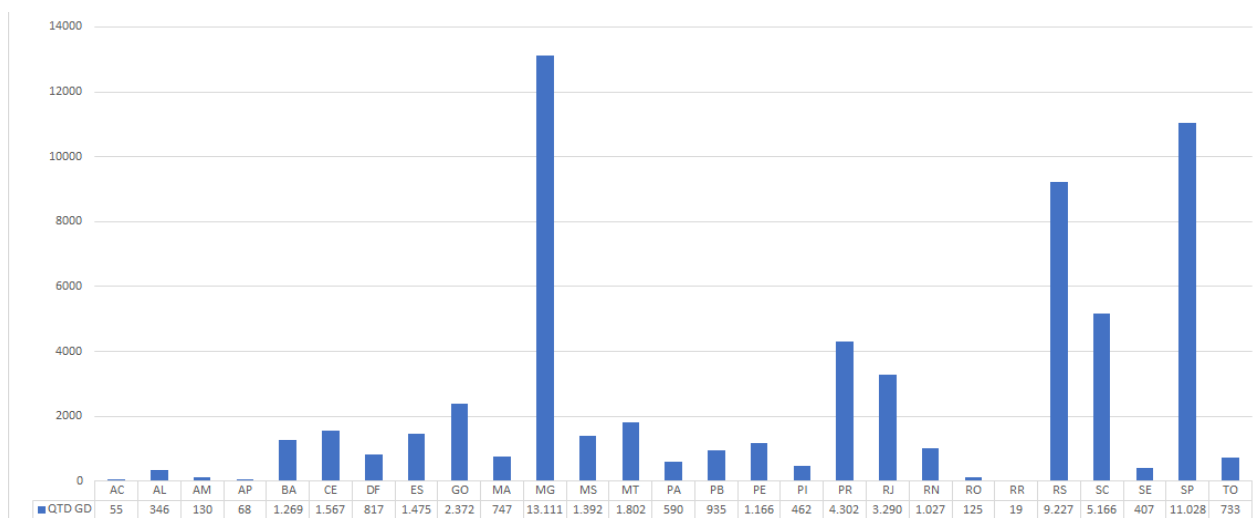
O estado do Tocantins atualmente é o estado com maior número de sistemas solar fotovoltaico da região norte do Brasil. Conforme a Figura 4, o estado do Tocantins até o mês de fevereiro de 2019 possui 733 unidades consumidoras com micro ou minigeração solar fotovoltaica. E o estado de Minas Gerais se destaca como o estado com o maior número de unidades consumidoras que geram a sua própria energia.

O estado do Tocantins tem apresentado um crescimento significativo no número de micro e minigeração solar fotovoltaica desde o ano de 2017 conforme apresentado na Figura 5. Até o mês de fevereiro de 2019 a quantidade instalada é quase igual a todas as instalações do ano de 2017. Isso demonstra que a matriz fotovoltaica no estado do Tocantins tem apresentado uma vertente de crescimento que acompanha o cenário nacional.

Com todo esse crescimento do número de instalações solar fotovoltaico, a população de empresas integradoras em janeiro de 2019 é estimada com base no cruzamento de dados da Pesquisa realizada pela Greener e com informações repassadas pelas Associações e Empresas do Setor de um quantitativo de 6000. A Figura 6 mostra o crescimento da população

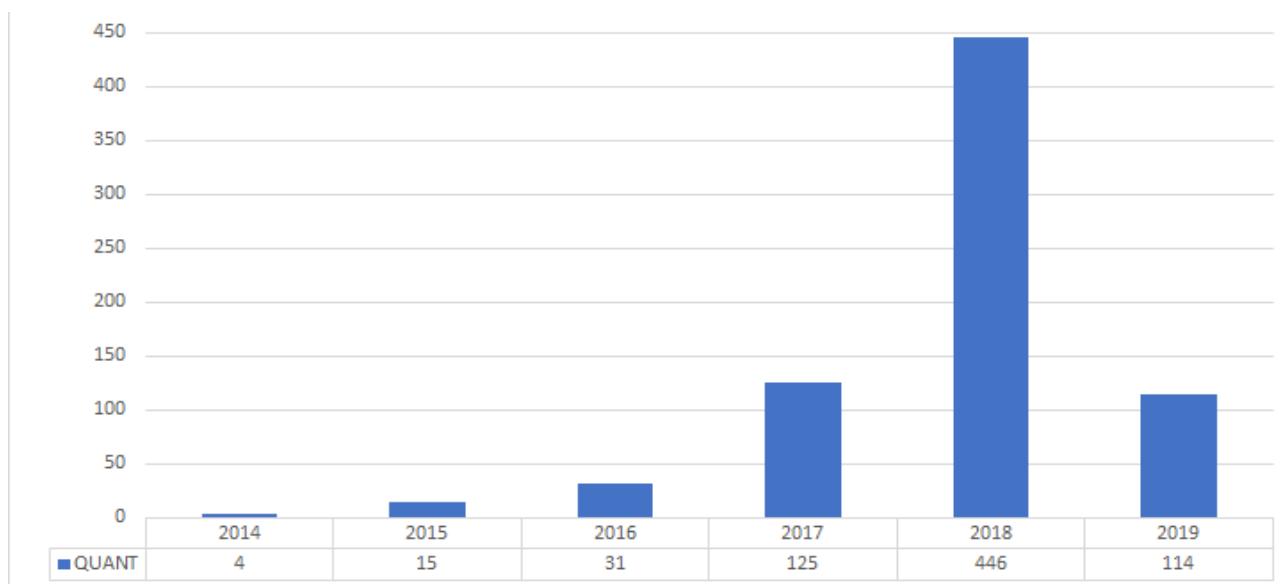
estimada de empresas no Brasil com o avanço da quantidade de sistemas instalados. Isso mostra que o país precisa de profissionais capacitados para trabalhar na área de geração distribuída com o foco em energia solar fotovoltaica (GREENER,2019a).

Figura 4: Quantitativo de geração distribuída por estado.



Fonte: adaptado de BRASIL,2019

Figura 5: Quantitativo de geração distribuída por ano - Tocantins.



Fonte: adaptado de BRASIL,2019

Figura 6: Quantitativo de geração distribuída por estado.



Fonte: GREENER, 2019a.

É importante enfatizar que, atualmente, cerca de 65% de toda a energia elétrica produzida no Brasil é de responsabilidade das grandes centrais hidrelétricas, que estão muito distantes dos grandes centros consumidores. Entretanto, na última década, segundo a outorga e registro de geração, de forma similar aos países desenvolvidos, surgiram tendências para o incremento da geração de eletricidade de forma distribuída. A geração termelétrica também participa de forma significativa na matriz energética, com um aporte de aproximadamente 13% para a geração a partir de gás natural e 7% para derivados do petróleo, como óleo diesel, por exemplo. Esta modalidade apresenta boa confiabilidade à medida que se tenha a disponibilidade do combustível, que pode ser armazenado e transportado. Entretanto, a geração termelétrica a partir de combustíveis fósseis é poluidora do meio ambiente com a maior emissão de gases. Em resumo, estes combustíveis continuarão compondo a matriz energética, mas com tendência de menor espaço devido à inserção das renováveis, significando uma substituição parcial. Entre as fontes consideradas alternativas, a que mais tem participação na nossa matriz energética é a biomassa, com aproximadamente 7%, em virtude de nosso grande potencial e disponibilidade de matéria prima, destacando-se a produção de cana-de-açúcar nas regiões sudeste, centro-oeste e nordeste, mamona e óleo de dendê na região norte. Resíduos urbanos também podem ser aproveitados. A tendência para os próximos anos é que estas modalidades de geração se expandem significativamente e assumam parcela cada vez mais considerável na matriz energética. A solar fotovoltaica também vai aumentar, principalmente no contexto da distribuição, onde o consumidor residencial de baixa tensão pode estar aproveitando essa fonte de energia. Então, destaca-se a eólica, a fotovoltaica (nosso país é um dos de maior incidência solar do mundo) e temos uma grande vantagem no nosso país da biomassa. A biomassa tem até 100% de desconto na tarifa de uso do sistema de distribuição se um consumidor livre comprar energia de uma fonte proveniente de biomassa. (EPE, 2015).

## **2.1 MUNICÍPIO DE PALMAS-TO**

Uma breve análise do perfil socioeconômico da cidade de Palmas-TO permite avaliar a necessidade da formação de profissionais especialistas no setor de energia. A cidade passa por um constante crescimento demográfico e de investimentos da iniciativa privada/pública aliado às mudanças de paradigma do setor energético com a inserção das fontes renováveis de energia, as microrredes e as redes inteligentes de energia, são alguns dos fatores que motivaram a oferta o presente curso de especialização.

Inaugurada em 20 de maio de 1989 e instalada em 1º de janeiro de 1990, Palmas está cravada na exuberante paisagem do Cerrado, no coração do Brasil. Conhecida como a Capital das Oportunidades e ancorada em um projeto de desenvolvimento sustentável no qual o meio ambiente e o homem estão no centro do estudo, a cidade é dotada de um ecossistema de grande beleza cênica com parques urbanos, jardins e áreas verdes estrategicamente projetadas.

A Capital do Tocantins é a última cidade brasileira planejada do século 20. Possui uma arquitetura arrojada, com avenidas largas, dotadas de completo trabalho paisagístico e divisão urbanística caracterizada por grandes quadras comerciais e residenciais. Via obrigatória de acesso entre as regiões Norte e Sul do País, pela Capital e entorno passam os grandes projetos estruturantes como a Ferrovia Norte-Sul, hidrovía Araguaia-Tocantins e a BR-153.

Para promover o desenvolvimento sustentável através da adoção de mecanismos de energia solar, a Prefeitura Municipal de Palmas através da Secretaria Municipal de Energias Sustentáveis, criaram o Programa Palmas Solar, criado através da Lei Complementar Nº 327, de 24 de novembro de 2015. Esse programa estabelece uma série de incentivos, sendo:

- Desconto de até 80% do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU), proporcional ao índice de aproveitamento de energia solar. O prazo do incentivo descrito fica limitado em até cinco anos;
- Desconto de 80% do Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza (ISSQN), incidente sobre: I - os projetos, as obras e instalações destinadas à fabricação, comercialização e distribuição de componentes para os sistemas de energia solar; II - os serviços de instalação, operação e manutenção dos sistemas de energia solar, pelo prazo de até 10 anos;
- Desconto de até 80% do Imposto de Transferência de Bens Imóveis (ITBI), proporcional ao índice de aproveitamento de energia solar.

## **2.2 IMPACTO LOCAIS E REGIONAIS**

O curso de especialização é por si inovador à medida que se propõe a oferecer aos

profissionais da área técnica uma oportunidade de avançar nos estudos para atender às novas demandas do setor energético. Investigar os impactos da geração distribuída, contribuir com o avanço do uso das fontes renováveis de energia, atender as demandas por profissionais habilitados nesta área inovadora, atuar no projeto das redes elétricas inteligentes, ser capaz de resolver os novos problemas que surgirão em função deste novo modelo dos sistemas de transmissão e distribuição da energia, são apenas alguns dos aspectos que justificam o oferecimento deste curso de especialização.

Conforme supramencionado, a cidade de Palmas-TO avança a passos largos no sentido de ampliação de seu parque industrial (Luzimangues - Porto Nacional), na área de serviços e na agropecuária. Todos estes setores exigem profissionais altamente capacitados que possam resolver os problemas de engenharia ligados a energia elétrica.

Conforme os dados de *Strategic Study Utility Scale – Brazilian PV Market 2019* desenvolvido pela Greener, o Estado do Tocantins chegará a uma potência instalada de 6,1 MWp em empreendimentos de usinas solar fotovoltaica conectada à rede (GREENER, 2019b).

No estado do Tocantins estão presentes apenas quatro cursos presenciais de engenharia elétrica, distribuídos em duas instituições públicas e duas privadas, sendo as públicas na Universidade Federal do Tocantins - UFT e Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins - IFTO, em Palmas, enquanto que as privadas na Faculdade Católica do Tocantins - FACTO, também em Palmas, e Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos (ITPAC), em Araguaína. Os profissionais formados nestas instituições não têm a oportunidade de fazer uma especialização na área de engenharia elétrica no estado. Isso faz com que estes profissionais que desejam buscar qualificação têm que recorrer a instituições em outros estados, tais como Universidade Federal do Pará - UFPA, Universidade Federal do Maranhão - UFMA, Universidade Federal do Goiás - UFG e Universidade de Brasília - UNB.

Diante de tais aspectos fica evidenciado o impacto positivo que o curso de especialização irá proporcionar não somente à cidade de Palmas-TO, mas também todo o estado do Tocantins, ainda mais porque as aulas presenciais serão em horários acessíveis para quem não mora em Palmas, conforme será visto mais adiante.

## **2.3 IMPACTO PARA A UFT-CÂMPUS PALMAS**

Para a UFT e seu corpo docente e discentes, os seguintes impactos merecem ser destacados:

- Agregação de valor nas aulas dos cursos de graduação, tendo em vista que o

professor fará troca de experiências com profissionais que se encontram no mercado de trabalho, tendo conhecimento de problemas reais para enriquecer o processo de ensino e aprendizagem;

- Possibilidade de abertura de parcerias entre a instituição e as empresas para fins de estágios dos alunos de graduação, para a solução de problemas reais;
- Através do oferecimento da educação continuada, proporcionar um caminho seguro para garantir espaço no mercado de trabalho daqueles alunos que estarão cursando a pós-graduação e com isto projetar a UFT na sociedade;
- Aumento da produção científica a partir das orientações dos trabalhos de final de curso, bem como, dos trabalhos de pesquisa a serem realizados no âmbito de cada disciplina.

Estes são alguns dos aspectos que se considera importante quando uma instituição de ensino passa a ofertar cursos de especialização na modalidade *lato-sensu*. Importante ressaltar que tais atividades permitirá a consolidação dos núcleos de pesquisa.

### 3 HISTÓRICO

A Universidade Federal do Tocantins (UFT) foi instituída pela Lei 10.032, de 23 de outubro de 2000 é destinada à promoção do ensino, pesquisa e extensão, dotada de autonomia didático- científica, administrativa e de gestão financeira e patrimonial, em consonância com a legislação vigente. Embora tenha sido criada em 2000, a UFT iniciou suas atividades somente a partir de maio de 2003, com a posse dos primeiros professores efetivos e a transferência dos cursos de graduação regulares da Universidade do Tocantins (Unitins), mantida pelo Estado do Tocantins.

Com uma estrutura multicampi a UFT se encontra de norte a sul do Estado e conta com sete câmpus, implantados nas cidades de: Araguaína, Arraias, Gurupi, Miracema, Palmas, Porto Nacional e Tocantinópolis.

Houve um expressivo crescimento de infraestrutura, número de cursos e alunos matriculados desde 2003. Dados obtidos mostram que em 2003 a área construída era de 41.069,60 m<sup>2</sup> e passou para 146.000 m<sup>2</sup> em 2015, o número de alunos passou de 7.283 em 2003, para mais de 20.000 alunos em 2015 (PDI, 2016).

No estado do Tocantins a UFT é a mais importante instituição em termos de dimensão e desempenho acadêmico. De acordo com dados do Projeto de Desenvolvimento Institucional (PDI - 2016-2020, a Universidade oferece 61 cursos de graduação presenciais oferecidos nos sete câmpus. Na modalidade a distância são mais 26 cursos entre graduação, especialização e extensão; além de 17 programas de mestrado acadêmico; 9 mestrados profissionais e 6 de doutorados reconhecidos pela Capes. Dados de 2015 ainda mostram que a

UFT possui 44 cursos de pós graduação *lato sensu* em vigor. A política de pós-graduação *lato sensu* na instituição está sendo discutida e a resolução que regulamenta a oferta, controle, avaliação e demais demandas deste tipo de pós-graduação estão sendo reformulada.

O câmpus de Palmas oferece 17 cursos de graduação presenciais e 14 cursos de pós-graduação, totalizando 9.494 alunos, 178 técnicos e 437 professores (PDI, 2016).

Dentro do contexto atual, da escassez das reservas de petróleo, a busca por fontes alternativas de energia, economicamente viáveis e ecologicamente corretas cresce a cada ano. Sendo a missão da UFT formar profissionais cidadãos e produzir conhecimento com inovação e qualidade que contribuam para o desenvolvimento socioambiental do Estado do Tocantins e da Amazônia Legal, ela atua em pesquisa nas áreas de energia renovável, com ênfase no estudo de sistemas híbridos – fotovoltaica/energia de hidrogênio – e biomassa, visando definir protocolos capazes de atender as demandas da Amazônia Legal.

Objetivando aliar os interesses dos profissionais da área de Engenharia Elétrica, com a missão e valores da Universidade (UFT), o curso de Engenharia Elétrica optou por desenvolver uma pós-graduação *Lato Sensu* na área de geração distribuída com ênfase em Energia Solar.

O curso de Engenharia Elétrica conta hoje com 24 professores, sendo 9 (nove) mestres, 1(um) (especialista) e 14 (quatorze) doutores.

Atualmente o número de cursos de pós-graduação *lato sensu* ofertados na área de Engenharia Elétrica são poucos no estado do Tocantins e nenhum com foco em geração distribuída. Na UFT, ainda não existe nenhum curso de pós-graduação sendo ofertado. Assim, acredita-se que a procura pelo programa de pós-graduação, modalidade *lato sensu* será elevada.

Inicialmente o curso contará com 7 (sete) professores, sendo um mestre na área de energias renováveis fotovoltaicas, dois finalizando o doutorado nesta linha de pesquisa, uma doutora na área de Eletrônica de Potência, uma mestre na área de microrredes de energia, um doutor na área de telecomunicações e um doutor na área de fluxo de potência. Desta forma o quadro de professores abrange todas as áreas estudadas neste curso de especialização.

## **4 OBJETIVOS DO CURSO**

### **4.1 Objetivo Geral**

Desenvolver a capacidade de projetar e gerenciar sistemas de geração de energia com ênfase em fontes com uso de energia solar, assim como propor soluções sustentáveis para os efeitos das mesmas na operação dos sistemas de distribuição.

## 4.2 Objetivos Específicos

Para atingir o objetivo geral proposto para este curso de especialização, tem-se o detalhamento que segue:

- Auxiliar na capacitação técnica dos profissionais e apresentar novas informações e perspectivas aos interessados em fontes renováveis de energia em especial a fotovoltaica;
- Articular os conhecimentos adquiridos com as realidades locais e regionais, contribuindo com o desenvolvimento regional sustentável;
- Promover intercâmbio entre instituições públicas e/ou privadas e profissionais que atuam no setor de energia;
- Realizar estudos de viabilidade econômica de projetos de fontes renováveis de energia, em especial a fotovoltaica;
- Apresentação da legislação técnica e ambiental para a implantação de projetos de energia de pequena e média escala;
- Apresentar conhecimento teóricos relativos a projeto e otimização de sistemas de fontes renováveis de energia, em especial a fotovoltaica;
- Discutir concepções dos aspectos técnicos das fontes renováveis de energia, em especial a fotovoltaica;
- Proporcionar o conhecimento das normas e a legislação sobre conexão de sistemas renováveis à rede elétrica, em especial a fotovoltaica;
- Avaliar a necessidade da eficiência energética em instalações elétricas de pequeno e médio porte que passarão a produzir energia a partir de fontes renováveis de energia, em especial a fotovoltaica;
- Viabilizar o estudo dos efeitos na qualidade da energia elétrica quando da inserção da geração distribuída nos sistemas de distribuição;
- Proporcionar o conhecimento dos principais conceitos sobre redes inteligentes de energia elétrica ou *smartgrid*, sob os seguintes aspectos: topologias, redes de informações, legislação, operação e controle, sistemas de proteção, estudos de casos reais, entre outros;
- Investigar os equipamentos elétricos que perfazem um sistema de geração distribuída.

## 5 PLANO DE VIABILIDADE FINANCEIRA

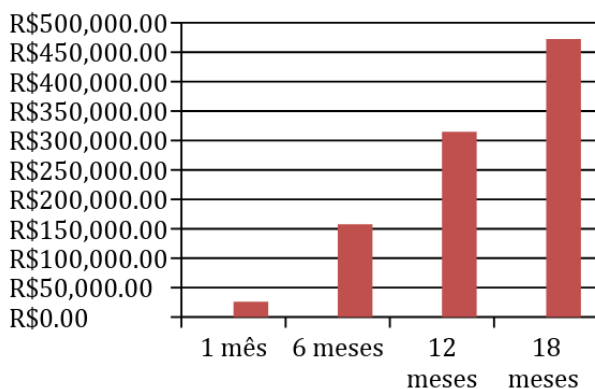
O Plano de Viabilidade Financeira da Pós-Graduação em Geração Distribuída - Energia Solar, leva em consideração a entrada por semestre de uma turma de 40 alunos, sendo 35



pagantes. Cada aluno pagamento deverá desembolsar o valor total de **R\$ 13.500,00** (treze mil e quinhentos reais), divididos em 18 parcelas de **R\$ 750,00** (setecentos e cinquenta reais). Dessa forma, considerando a turma de 35 pagantes, o valor mensal a ser arrecadado pelo Programa é de **R\$ 26.250,00** (vinte e seis mil, duzentos e cinquenta reais), enquanto que o valor arrecadado para os 18 meses de cada turma é de **R\$ 472.500,00** (quatrocentos e setenta e dois mil e quinhentos reais). Obviamente que os valores apresentados representam a melhor das hipóteses, onde todos os 35 alunos se matriculam e permanecem adimplentes.

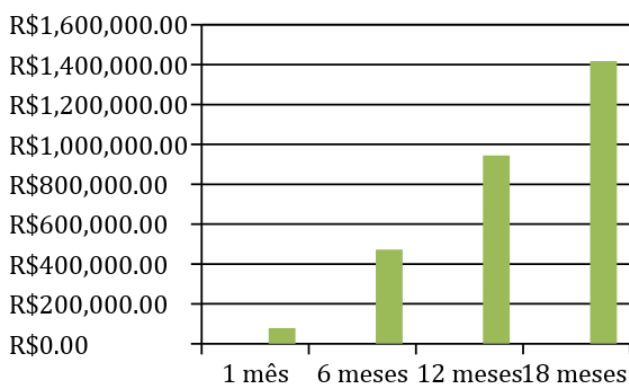
A Figura 7 apresenta um melhor detalhamento na previsão de entrada para cada semestre levando em conta apenas uma única turma em andamento. No preço proposto estão inclusos todos os custos, diretos e indiretos, relativos à execução do objeto contratado. Na Figura 8, é apresentada a previsão quando o Programa tiver 3 turmas em andamento, ou seja, quando a primeira turma estiver no último semestre e a terceira turma estiver iniciando.

Figura 7 - Previsão de entradas considerando uma única turma em andamento.



Fonte: Própria.

Figura 8 - Previsão de entradas considerando três turmas em andamento.



Fonte: Própria.

## 5.1 Custo Pessoal

A discriminação da forma de reembolso da Equipe Técnica será realizada por meio de Recibo de Pagamento Autônomo - RPA, de forma que a soma das remunerações na UFT e reembolsos recebidos no projeto não excederá o limite de servidor público federal nos termos do art. 37, item XI, da Constituição Federal.

A valorização dos reembolsos individuais aqui discriminadas, levam em conta apenas uma única turma, no período de 18 meses. Para cada entrada de turma, uma nova valorização pode ser estabelecida. A Figura 9 apresenta a relação entrada/saída dos recursos do Programa.

### • Professores da UFT

Cargo	Bolsa (R\$)	Qtde.	Custo Total (R\$)
Coordenador Geral	2.000,00	18	36.000,00
Prof. Geração Distribuída e Redes Inteligentes	2.000,00	18	36.000,00
Prof. Modelagem e Análise de sistemas de distribuição	2.000,00	18	36.000,00
Prof. Sistemas de energia fotovoltaica	2.000,00	18	36.000,00
Prof. Modelagem de geração distribuída	2.000,00	18	36.000,00
Prof. Proteção e Coordenação de sistemas elétricos de distribuição	2.000,00	18	36.000,00
Prof. Projeto e instalação de usinas fotovoltaicas	2.000,00	18	36.000,00
Técnico de Laboratório	1.000,00	18	18.000,00
<b>Custo Mensal</b>		<b>15.000,00</b>	<b>Total</b>
			<b>270.000,00</b>

## 5.2 Serviços Administrativos

Descrição	Custo Total (R\$)
Serviços Administrativos da FAPTO	<b>47.250,00</b>
Restituição Institucional (R.I.) à UFT	<b>4.117,50</b>
<b>Total</b>	<b>51.367,50</b>

## 5.3 Serviços de Terceiros e Equipamentos

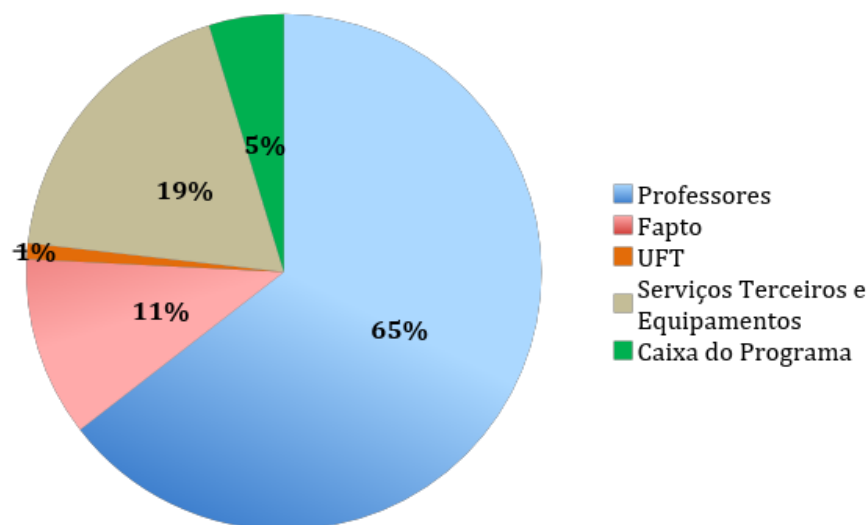
Descrição	Custo (R\$)
Componentes	3.000,00
Papelaria	1.000,00
Organização de Eventos e Simpósio	15.000,00
Publicação de Livro	8.000,00

Participação em Eventos	10.000,00
Passagem Aérea	18.000,00
Diárias	22.500,00
Caixa do Programa	19.632,50
<b>Total</b>	<b>97.132,50</b>

#### 5.4 Encargos Sociais

Descrição	Custo por mês (R\$)	Custo por 18 meses (R\$)
ISS Patronal	3.000,00	54.000,00

Figura 9 - Relação entrada/saída considerando os 18 meses de uma única turma.



Fonte: Própria.

## 6 INDICADORES DE DESEMPENHO

Ao final de cada disciplina será aplicado um questionário padrão junto aos alunos do curso a fim de identificar o nível de qualidade em relação ao docente, à estrutura e à participação do aluno, cujos resultados deverão ser encaminhados à Diretoria de Pós-graduação. É facultado à Diretoria de Pós-graduação aplicar questionários de avaliação do curso junto aos alunos.

Ao final do curso, será aplicado um instrumento padrão pela Propesq a fim de identificar o nível de qualidade do curso nos aspectos administrativos e pedagógicos.

Até 90 (noventa) dias após o término do curso, o coordenador enviará à Propesq o relatório final das atividades desenvolvidas, bem como o processo para emissão do certificado dos alunos concluintes, composto pela documentação exigida no art. 45 da Resolução nº. 10 de 14 de março de 2018. Será parte integrante do relatório final do curso a documentação do(s) aluno(s) não concluinte(s) acompanhada do histórico das disciplinas cursadas assinado pelo coordenador.

## **7 METODOLOGIA**

Durante o curso serão realizadas aulas expositivas principalmente com o uso de recursos audiovisuais, aulas de laboratório e de simulação computacional, objetivando motivar os estudantes a encontrar os caminhos para a apropriação das informações, transformando-as em conhecimento para uso em sua vida profissional. A metodologia deverá estar centrada no aluno com vistas a proporcionar que o mesmo construa seus conhecimentos a partir dos conteúdos centrais da disciplina, de sua própria experiência profissional, dos casos reais que o docente deverá trabalhar em sala de aulas e de pesquisas a serem realizadas ao longo da disciplina. Proporcionar autonomia ao aluno, explorar sua base de conhecimentos e contextualizar em situações reais constituem-se em estratégias centrais de ensino e aprendizagem. Quando possível, problemas reais serão trazidos para discussões pelo grupo com a intervenção do docente responsável.

## **8 CONCEPÇÃO DO CURSO**

Conforme apresentado nos tópicos anteriores, o presente curso de especialização surge dentro do contexto de um país em expressiva expansão de sua matriz energética renovável, principalmente solar fotovoltaica, inserido em um Estado com grande potencial de geração de energia elétrica através da fonte solar fotovoltaica, segundo os dados do Atlas Brasileiro de Energia Solar (INPE, 2017). Além disso, encontra-se na primeira capital do Brasil a desenvolver um programa de incentivo efetivo e de longo prazo visando a expansão do mercado de energia solar, através do programa Palmas Solar.

Dentro do contexto da UFT, esse curso nasce da livre iniciativa de docentes do curso de engenharia elétrica, após percepção da lacuna existente no mercado de trabalho para formação de profissionais qualificados nessa área a partir do expressivo crescimento e fortalecimento da geração distribuída, não somente no Tocantins, mas em todo o Brasil. Nesse sentido, percebeu-se que a UFT, em seu corpo docente do curso de engenharia elétrica, dispunha não somente de mão-de-obra qualificada para a gestão e operacionalização desse curso, como

também apresenta infraestrutura adequada para a implantação do mesmo em seu câmpus universitário de Palmas.

É importante também salientar que uma usina solar fotovoltaica conectada à rede de aproximadamente 600 kWp encontra-se em processo final de instalação no câmpus de Palmas, com previsão de início de operação em maio/2019, tornando-se um potencial laboratório para pesquisa dentro do contexto de sistemas fotovoltaicos conectados à rede, cujo tema se insere entre as principais áreas de aplicação da especialização proposta.

As principais características desse sistema em implantação na UFT Palmas segue abaixo:

- 1820 módulos de 330 W;
- 9 inversores Fronius Eco 27;
- 6 Inversor Sungrow 36 kW;
- 1 inversor ABB TRIO 50 kW;
- 1 inversor Sungrow de 20 kW;
- 1 inversor Sungrow de 12 kW;

Todo esse sistema está sendo implantado em nove prédios do câmpus de Palmas, conforme ilustrado nas imagens a seguir, as quais apresentam uma parte do sistema já instalado:

Figura 10: Vista aérea dos blocos H, I e Enfermagem.



Fonte: Própria.

Figura 11: Vista aérea do Bloco D.



Fonte: Própria.



Figura 12: Vista aérea do bloco J.



Fonte: Própria.

## 9 CARACTERIZAÇÃO DO CURSO

**Público Alvo:** Este curso é oferecido a todos os profissionais de nível superior: consultores, gerentes, administradores, técnicos de facilidades de hospitais, hotéis, "shopping centers", empresas, serviços e comércio, com graduação em engenharias IV.B segundo tabela da CAPES e engenharia de energia.

**Carga Horária Total:** 420h

**Tipo de Ensino:** ( X ) Presencial ( ) Semi-Presencial ( ) À Distância

**Periodicidade da Oferta:** Anual ( ) Bianual ( ) Semestral ( X ) Outra ( )

**Período de Realização:** agosto de 2019 a janeiro de 2021

Nº de meses: 18 meses

Turno: Sexta 19h00 às 22h40 e sábados das 8h às 11h40 e das 14h às 17h40, de 2 a 3

finais de semana por mês conforme calendário previamente divulgado. Eventualmente os encontros serão realizados aos sábados 19h00 às 22h40 e domingos das 8h às 11h40 e das 14h às 17h40.

**Número de Vagas:** 35 vagas para ampla concorrência e 5 vagas distribuídas da seguinte forma: 2 vagas destinadas à colaboradores UFT. 2 vagas para egressos e 1 vaga para indivíduos que comprovem vulnerabilidade financeira. Estas 5 vagas poderão ser modificadas conforme o perfil de inscritos.

## **10 ESTRUTURA E FUNCIONAMENTO DO CURSO**

### **10.1 Infraestrutura**

Para atender às necessidades do curso de Pós-Graduação em Geração Distribuída, o Câmpus de Palmas conta com a seguinte estrutura:

- **02 Salas para os Núcleos de Pesquisa**
- Sala 01 – Laboratório de Circuitos e Medidas Elétricas
- Sala 02 – Laboratório de Eletrônica

- **01 Sala para reuniões**

A sala de reuniões conta com Datashow e televisores.

- **01 Auditório**

O Câmpus de Palmas dispõe de 1 auditório, com capacidade para 458 lugares, para o desenvolvimento de atividades acadêmicas, artísticas e culturais.

- **02 salas de aula no total para o curso**

Cada sala de aula atende confortavelmente 40 alunos. Possuem quadro branco, Datashow já instalado e ar condicionado.

- **01 Biblioteca**

A Biblioteca do Câmpus de Palmas - Professor José Torquato Carolino oferece os seguintes serviços:

- Empréstimo domiciliar informatizado para alunos, preceptores, residentes, professores e técnicos-administrativos regulares da instituição;
- Consulta local para usuários cadastrados e a comunidade em geral;



- Empréstimo entre bibliotecas;
- Pesquisa de títulos no acervo informatizada e on line;
- Reserva on line de material bibliográfico emprestado;
- Renovação on line de empréstimos;
- Acesso aos periódicos da Capes e a outras bases de dados;
- Envio de e-mail automático aos usuários com avisos sobre empréstimos,

devoluções e reservas disponíveis;

- Orientação na normalização de trabalhos acadêmicos, conforme a ABNT;
- Repositório institucional digital da produção intelectual científica de autores da

UFT, incluindo trabalhos de conclusão de curso de graduação e especialização, dissertações de mestrado e teses de doutorado;

- Levantamento bibliográfico;
- Elaboração de ficha catalográfica;
- Treinamento de usuários e programas e conscientização para preservação do

acervo;

- Internet wireless nas bibliotecas;
- Assinatura de jornais;
- Expedição de carteirinha da biblioteca, condicionada à participação do usuário

em treinamento agendado;

- Visita orientada às bibliotecas.

### **Informações de funcionamento da biblioteca**

- Horário de funcionamento: De segunda à sexta-feira, das 8h às 22h | Sábados,

das 8h às 13h.

- E-mail: bibliopalmas@uft.edu.br
- Telefones: (63) 3229-4508 / (63) 3229-4785
- Endereço: Avenida NS 15, Quadra 109 Norte | Plano Diretor Norte |

Palmas/TO | 77001-090

- Bibliotecário Responsável: Marcos Felipe Gonçalves Maia

### **Infraestrutura:**

- 3.158,23 m<sup>2</sup>
- Área climatizada
- 69 módulos de estudo individual

- 189 mesas para estudo de grupo e 181 assentos
- Sala da Gerência
- Sala de processamento técnico
- Setor de circulação e atendimento
- Dez cabines de pesquisa na internet
- Três computadores para atendimento ao usuário
- Oito computadores para processamento técnico
- Um computador da Gerência
- Dez computadores disponíveis aos usuários para pesquisa
- Duas impressoras Laser Lexmark E342m (processamento técnico e atendimento)

#### **Quadro de pessoal:**

- Bibliotecário Documentalista: 06
- Assistente Administrativo: 12
- Bolsista/Estagiário: 08
- Outros/Terceirizados: 03
- Total: 29

A UFT tem atualizado seu acervo bibliográfico por meio de aquisição sistemática, tendo em vista a otimização dos recursos e o melhor atendimento às necessidades dos cursos. Os recursos para aquisição são distribuídos dentro da matriz dos campi pela Pró-Reitoria de Avaliação e Planejamento (Proap).

A política de aquisição e expansão do acervo das bibliotecas da UFT prioriza a compra das bibliografias básicas e complementares que constam nas ementas das disciplinas dos Projetos Pedagógicos dos Cursos (PPCs). O acervo atende as demandas dos cursos com a oferta de livros básicos por disciplina na proporção de um exemplar para cada grupo de até cinco alunos.

O acervo é organizado de acordo com a Classificação Decimal de Dewey (CDD) e o tipo de catalogação atende às normas do AACR2.

Através do Sistema de Bibliotecas (Sisbib/UFT) estão disponíveis materiais diversos como periódicos, CDs, DVDs, Folhetos, Teses e TCC's. Estão disponíveis obras técnico-científicas, literatura geral, internacional, jornais e revistas de circulação nacional e estadual, entre outros.

- **Laboratórios**

Os laboratórios foram montados de acordo com as necessidades pedagógicas apresentadas. Diversos equipamentos já foram adquiridos e outros estão em fase de licitação. A seguir são apresentados os laboratórios, juntamente com a Tabela 5 mostrando os principais equipamentos que já foram adquiridos.

- **Laboratórios para área de ENGENHARIA**

A Engenharia conta atualmente com 7 laboratórios:

- Laboratório de Física;
- Laboratório de Química Geral;
- Laboratório de Antenas e Micro-ondas;
- Laboratório de Eletromagnetismo;
- Laboratório de Circuitos e Medidas Elétrica;
- Laboratório de Máquinas Elétricas;
- Laboratório de Eletrônica Analógica Digital.

A Tabela 5 mostra a relação de alguns equipamentos adquiridos entre os anos de 2009 a 2018 para os laboratórios da área de Engenharia.

Tabela 5 - Relação de alguns equipamentos dos laboratórios da área de Engenharia.

Item	Especificação
1	KIT SUPORTE DE TREINAMENTO EM ELETRÔNICA
2	BANCADA DE SENSORES INDUSTRIAIS
3	KIT DIDÁTICO DE ELETRICIDADE
4	MULTÍMETRO DIGITAL
5	CAPACÍMETRO
6	MULTÍMETRO DIGITAL - ICEL MODELO 6111
7	KIT DIDÁTICO DE MAGNETISMO E ELETROMAGNETISMO AZEHEB

8	TRANSFORMADOR DESMONTÁVEL AZEHEB
9	KIT LAB. DIDÁTICO DE ELETRICIDADE
10	KIT MAGNETISMO E ELETROMAGNETISMO
11	KIT LAB. DIDÁTICO DE ELETRICIDADE
12	KIT SUPERFÍCIES EQUIPOTENCIAIS
13	KIT TRANSFORMADOR DESMONTÁVEIS
14	KIT DE ANEL SALTANTE ANEL DE THOMPSON
15	KIT BANCO ÓTICO
16	KIT CAPACITOR VARIÁVEL
17	KIT GERADOR DE VAM GRAFF
18	FONTE CC AJUSTÁVEL
19	BANCADA MOT + ET3880+MDT2238
20	BANCADA ELETROTÉCNICA
21	MEDIDOR DE RESISTÊNCIA
22	MULTÍMETRO ANALÓGICO PORTÁTIL ICEL MOD SK 20
23	VARIADOR DE TENSÃO (TRIFÁSICO)
24	ALICATE WATTÍMETRO DIGITAL PORTÁTIL
25	MULTÍMETRO DIGITAL PORTÁTIL
26	OSCIOSCÓPIO DIGITAL
27	OSCIOSCÓPIO DIGITAL
28	VARIADOR DE TENSÃO TRIFÁSICO 60Hz 9KVA
29	MULTÍMETRO DIGITAL - ICEL MODELO 6111
30	SISTEMA PARA APLICAÇÕES PORTÁTEIS OU LABORATORIAIS
31	ALICATE AMPERÍMETRO
32	MULTÍMETRO DIGITAL
33	ANALISADOR DE ENERGIA ELÉTRICA
34	TESTADOR AVANÇADO DE ATERRAMENTO
35	REGISTRADOR DE QUALIDADE DE TENSÃO
36	KIT DE DETECTORES DE TENSÃO SEM CONTATO COM 05

	DETECTORES
37	SONDA DE CORRENTE CA PARA OSCILOSCÓPIO
38	FLEXIBLE AC CURRENT PROBE I3000 FLEX-24
39	DIGITAL TACHOMETER MINIPA MDT - 2238A
40	CLAMP-ON GROUND RESISTENCE TESTER POL - 30
41	ALICATE AMPERÍMETRO WORKER
42	INSULATION RESSTENCE TESTE MI - 400
43	MÁQUINA DE CORRENTE CONTÍNUA
44	CARGA CAPACITIVA
45	CARGA INDUTIVA
46	CARGA RESISTIVA
47	SOFTSTART
48	PQ CLAMP METER 345 FLUKER
49	OSCILOSCÓPIO TEKTRONIX
50	Conjunto didático para o estudo de acionamentos elétricos de máquinas elétricas C.C com conversor embutido, freio eletrodinâmico, motor/freio eletromagnético por correntes de Foucault
51	Sistema solar fotovoltaico de 600 kWp instalado no Câmpus Palmas

O acesso aos laboratórios da área de Engenharia é realizado sob a supervisão dos técnicos de laboratório.

### ***Condições de acesso para portadores de necessidades especiais***

As edificações foram construídas para dar acesso e uso a quem, eventualmente, tem alguma dificuldade de locomoção. As entradas principais possuem rampas de acesso. Os sanitários, tanto masculino, como feminino, são adequados para cadeirantes e portadores de necessidades especiais. Existem vagas especiais no estacionamento.

## **10.2 Corpo Docente**

O Quadro 4 mostra os dados dos professores envolvidos, os quais podem orientar até 6 alunos.

Quadro 4: Informações sobre linha de pesquisa e acesso ao currículo lattes dos professores

PROFESSOR	LINHA DE PESQUISA	Link Currículo <i>Lattes</i>
Adelício Maximiano Sobrinho adelmax@uft.edu.br	Projeto e Otimização de máquinas elétricas estáticas	<a href="http://lattes.cnpq.br/5344242154652315">http://lattes.cnpq.br/5344242154652315</a>
Alex Villarindo Menezes vilarindo@uft.edu.br	Sistemas fotovoltaicos conectados à rede e instalações elétricas prediais e industriais	<a href="http://lattes.cnpq.br/8132328395001926">http://lattes.cnpq.br/8132328395001926</a>
Alcy Monteiro Junior alcy.monteiro@uft.edu.br	Sistemas fotovoltaicos conectados à rede e Qualidade de Energia	<a href="http://lattes.cnpq.br/9123246587548938">http://lattes.cnpq.br/9123246587548938</a>
Gisele Souza Parmezani Marinho giselemarinho@uft.edu.br	Microrredes e Redes Inteligentes de Energia Elétrica; Qualidade e Eficiência energética.	<a href="http://lattes.cnpq.br/9731282688692951">http://lattes.cnpq.br/9731282688692951</a>
Humberto Xavier de Araujo hxaraujo@uft.edu.br	Comunicações móveis, micro-ondas, metamateriais, antenas planares e compatibilidade eletromagnética	<a href="http://lattes.cnpq.br/1914224370310328">http://lattes.cnpq.br/1914224370310328</a>
Priscila da Silva Oliveira pri.s.o@uft.edu.br	Retificadores Multipulso	<a href="http://lattes.cnpq.br/1106584549766837">http://lattes.cnpq.br/1106584549766837</a>
Sérgio Manuel Rivera Sanhueza sergiorivera@uft.edu.br	Dinâmica de sistemas elétricos	<a href="http://lattes.cnpq.br/2567087354000843">http://lattes.cnpq.br/2567087354000843</a>

### 10.3 Processo de seleção

**Requisitos:** Serão aceitas inscrições apenas de profissionais com diploma de graduação em engenharias IV.B segundo tabela da CAPES e em engenharia de energia. O processo seletivo será realizado em duas etapas: análise curricular e entrevista. A análise curricular levará em consideração a experiência e atuação pertinente a temática do curso; a formação acadêmica; produção científica; trabalhos técnicos e pontuada segundo tabela apresentada. O currículo deverá ser confeccionado nos moldes da Plataforma Lattes com as devidas cópias de comprovações e entregue junto com a inscrição. A entrevista será realizada por uma comissão composta de, no mínimo, 02 (dois) professores, podendo contar com a presença de outros membros, caso haja necessidade. Será publicado edital de seleção com maiores informações.

**Local:** Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado do Tocantins (FAPTO)

**Período:** De 11 de junho a 28 de junho de 2019

Horário: das 08h30 às 11h e das 14h30 às 17h

### 10.4 Matrícula

**Requisitos:** Somente será matriculado no curso de pós-graduação lato senso o candidato classificado no Processo Seletivo que efetivamente comprovar, em conformidade com a lei, a conclusão do ensino superior ou curso equivalente, que permita a continuidade de estudos.

Tornar-se-á nula, de pleno direito, a classificação de candidato que não apresentar, no ato da matrícula, a devida comprovação de conclusão de curso e demais documentos.

No ato da matrícula, o candidato classificado no Processo seletivo deverá apresentar os seguintes documentos:

- a) Cópia autenticada do Diploma de graduação;
- b) Cópia autenticada do Histórico de graduação;
- c) Cópia autenticada do Documento de Identidade (RG);
- d) Cópia autenticada do Cadastro de Pessoa Física (CPF);
- e) Cópia autenticada da Certidão de Nascimento ou Casamento;
- f) Cópia autenticada do Título de Eleitor e comprovante de votação na última eleição ou Certidão de quitação Eleitoral;
- g) Cópia autenticada do Certificado de quitação do Serviço Militar, no caso de candidatos do sexo masculino;
- h) 02 (duas) fotos recentes, tamanho 3x4.

Maiores Informações serão divulgadas via edital.

**Local:** Secretaria do Curso de Engenharia Elétrica

**Período:** de 20 e 21 de julho de 2019, presencialmente, das 8h30 às 11h e das 14h30 às 17h. Será permitida a matrícula mediante apresentação de Procuração, com firma reconhecida em cartório. Neste caso deve constar no texto da Procuração que o documento se destina à matrícula na UFT. O Procurador deve ter maioria perante a lei.

## 10.5 Sistemas de Avaliação

A avaliação do desempenho acadêmico de cada aluno será realizada conforme estabelece o plano de ensino do componente curricular, em consonância com a Resolução N° 10 de 14 de março de 2018. Os processos de avaliação a serem adotados pelos professores, de acordo com o planejamento acadêmico das disciplinas, constantes nos programas das mesmas, poderão ser provas dissertativas, trabalhos escritos, iniciação à pesquisa e seminários. Uma vez definidos, tais critérios serão registrados no plano de ensino de cada componente curricular. Será considerado aprovado o aluno que obtiver frequência mínima de 75% (setenta e cinco por cento) em cada disciplina e o respectivo aproveitamento, aferido através de processo formal de avaliação, vindo a obter no mínimo a nota 7,0 (sete) nas disciplinas, incluindo o trabalho de conclusão de curso. Será considerado reprovado o aluno que não atender a um dos critérios acima relacionados.

Estará automaticamente desligado do curso o aluno que se enquadrar em uma ou mais

das seguintes situações:

I - for reprovado mais de uma vez em uma mesma disciplina;

II - não completar todos os requisitos do curso no prazo máximo de 2 (dois) anos, após o início da turma em que está matriculado.

O aluno reprovado uma única vez em Trabalho de Conclusão de Curso terá oportunidade a entrega e\ou apresentação de uma nova versão do trabalho em data a ser fixada pela coordenação do curso no prazo máximo de 60 dias, após a data da reprovação.

Se houver reprovação pela segunda vez, ele será automaticamente desligado do curso de Pós-Graduação Lato Sensu (tendo direito a receber “declaração de que cursou as disciplinas do curso”, podendo ser aproveitadas para efeito de contagem de carga horária em outro curso de especialização).

Caso haja reprovação em disciplina, o aluno poderá solicitar que a mesma seja cursada em regime especial, com critérios de avaliação instituídos pela coordenação, não excedendo 30% das disciplinas.

Para o aluno que não conseguiu concluir o curso por falta de um ou mais módulos, deverá esse cursar a disciplina que ainda resta como aluno especial, em turma seguinte ou em outra instituição que a oferte e posteriormente solicitar aproveitamento, desde que tenha ementa e carga horária compatíveis.

### **10.6 Aproveitamento de Disciplinas**

As disciplinas cursadas em cursos anteriores, do mesmo nível (lato ou stricto sensu), poderão ser aproveitadas, desde que haja compatibilidade entre conteúdo e carga horária, com aprovação da coordenação, desde que haja equivalência de, no mínimo, 75% de suas ementas e, desde que a disciplina tenha sido cursada nos últimos 2 (dois) anos, obedecendo ao limite máximo de 30% da carga horária total do curso.

A solicitação do aproveitamento de disciplinas deverá ser encaminhada à coordenação de curso, acompanhada do histórico escolar correspondente e do programa das disciplinas para submissão e avaliação.

Também poderá ser realizada a solicitação de aproveitamento de disciplinas em caso de “notório saber” ou experiência comprovada através de documentos comprobatórios ou exame de proficiência a serem analisadas e aprovadas pela coordenação do curso.

### **10.7 Controle de Frequência**

Para ser aprovado em cada disciplina, o aluno deverá obter no mínimo 75% de



assiduidade. A assiduidade será controlada por meio de chamadas realizadas a cada aula ministrada.

### **10.8 Trabalho de Conclusão**

O Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) é obrigatório para conclusão do curso. O TCC tem como objetivo geral promover a integralização dos conteúdos das disciplinas ministradas no curso cujo tema deverá ser, necessariamente, a solução de um problema real.

Os TCC's deverão ser apresentados no formato de artigos conforme formatação própria e faz parte da integralização da matriz curricular do curso. O aluno deverá submeter o trabalho em pelo menos dois eventos ou revistas científicas.

O TCC será realizado individualmente e culminará na apresentação pública dos resultados da pesquisa realizada ao longo do curso. A apresentação será na forma oral perante banca examinadora composta por docentes do curso e, eventualmente, um dos membros poderá ser substituído por profissional da área com comprovado competência científica.

De uma forma geral, a elaboração do trabalho para a conclusão do curso de especialização na forma de artigo científico atenderá aos seguintes objetivos:

- Desenvolver e estimular a atuação do aluno no que diz respeito à pesquisa, inovação e desenvolvimento tecnológico;
- Avaliar os conhecimentos adquiridos pelos alunos ao concluírem o curso;
- Verificar se o aluno atingiu o perfil do egresso proposto para o curso;
- Comunicar na forma de artigo científico os resultados da pesquisa realizada ao longo do curso.

Os temas dos trabalhos de conclusão devem ser definidos logo no início do curso. Isso possibilitará aos estudantes uma rica experiência, onde associaram a teoria e a prática aprendidas em cada disciplina ao seu trabalho de pesquisa, resultando em trabalhos com ampla base teórica aplicada a situações práticas do mundo real. Uma vez definida a linha de pesquisa, o orientador é identificado dentre aqueles que compõem o corpo docente do curso e as atividades de pesquisa iniciadas conforme estratégia de trabalho do respectivo orientador. O professor responsável pela disciplina, por sua vez, será o elemento de apoio ao aluno auxiliando-o em suas atividades de pesquisa e na elaboração do respectivo projeto de pesquisa.

Apresentação de trabalhos científicos pelos alunos relacionados ao tema de suas pesquisas, experiências práticas de sua área de atuação, visitas técnicas quando necessárias, farão parte deste componente curricular.

### 10.9 Certificação

O aluno aprovado segundo todos os critérios do curso fará jus ao certificado de conclusão de curso com o título de “Especialista em Geração Distribuída com Ênfase em Energia Solar Fotovoltaica”.

Os certificados deverão ser solicitados pela coordenação à Propesq a contar após o término das atividades da última turma que estava em vigência e serão confeccionados em até 90 dias.

Os documentos necessários para emissão dos certificados são:

I - cópia da certidão de nascimento ou casamento (autenticada);

II - cópia do RG (autenticada);

III - cópia (autenticada) do diploma do curso de graduação (frente e verso autenticados);

IV - histórico escolar da pós-graduação assinado pelo coordenador.

Os certificados expedidos pela Propesq devem conter, no verso, as seguintes informações:

I - relação das disciplinas e/ou equivalente, respectivas cargas horárias, notas obtidas pelo aluno, nome e titulação dos professores;

II - período em que o curso foi ministrado e sua duração total em horas;

III - título do TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) e nome do orientador.

Os certificados dos Cursos de Pós-Graduação Lato Sensu serão assinados pelo Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação, pelo Diretor de Pós-Graduação e pelo Coordenador do Curso de Pós-Graduação.

### 10.10 Cronograma de Realização de Disciplinas

<b>Disciplina</b>	<b>Docente(s) Prof.</b>	<b>Período</b> Agosto de 2019 a janeiro de 2021	<b>Local</b> UFT Câmpus de Palmas
Geração Distribuída e Redes Inteligentes	Gisele Marinho	02/08/19 a 17/08/19	UFT Câmpus de Palmas
Sistemas Fotovoltaicos	Alex Vilarindo	30/08/19 a 12/10/19	UFT Câmpus de Palmas

Eletrônica de Potência Aplicada a Conversores para Sistemas Fotovoltaicos.	Priscila Oliveira	25/10/19 a 23/11/19	UFT Câmpus de Palmas
Processamento de Sinais	Humberto Araújo	07/12/19 a 15/12/19	UFT Câmpus de Palmas
Modelagem e Análise de Sistemas de Distribuição	Sérgio Sanhueza	31/01/20 a 14/03/20	UFT Câmpus de Palmas
Proteção e Coordenação de Sistemas Elétricos de Distribuição	Adelício Maximiano	27/03/20 a 09/05/20	UFT Câmpus de Palmas
Modelagem de Geração Distribuída (OPENDSS)	Alcy Monteiro Jr	15/05/20 a 30/05/20	UFT Câmpus de Palmas
Projeto e Instalação de Usinas Fotovoltaicas	Alcy Monteiro Jr	05/06/20 a 04/07/20	UFT Câmpus de Palmas
Trabalho de Conclusão	Gisele Marinho	06/07/20 a 31/01/21	UFT Câmpus de Palmas

#### 10.11 Período de realização do trabalho de conclusão do Curso/ Monografia

O período para a realização do trabalho de conclusão de curso é previsto entre os meses de julho de 2020 e janeiro de 2021.

### 11 ESTRUTURA CURRICULAR

**Coordenador:** Humberto Araújo

**Sub-Coordenador:** Gisele Marinho

Quadros x – Relação de disciplinas e carga horária

Disciplinas	Carga Horária			Docente Responsável e Participantes	Titulação	IES onde atua
	T	P ou TP	Total			
Geração Distribuída e Redes Inteligentes	30	0	<b>30</b>	Gisele Marinho	Mestre/DE	UFT
Sistemas Fotovoltaicos	60	0	<b>60</b>	Alex Vilarindo	Mestre/DE	UFT
Eletrônica de Potência aplicada a Conversores para sistemas fotovoltaicos.	45	0	<b>45</b>	Priscila Oliveira	Doutor/DE	UFT
Processamento de Sinais	30	0	<b>30</b>	Humberto Araújo	Doutor/DE	UFT
Modelagem e Análise de sistemas de distribuição	60	0	<b>60</b>	Sergio Sanhueza	Doutor/DE	UFT
Proteção e Coordenação de sistemas elétricos de distribuição	45	15	<b>60</b>	Adelício Maximiano	Mestre/DE	UFT
Modelagem de geração distribuída (OPENDSS)	10	20	<b>30</b>	Alcy Monteiro Jr	Mestre/DE	UFT
Projeto e instalação de usinas fotovoltaicas	40	5	<b>45</b>	Alcy Monteiro Jr	Mestre/DE	UFT
Trabalho de Conclusão	60	0	<b>60</b>	Gisele Marinho	Mestre/DE	UFT
<b>Carga Horária Total</b>			<b>360 horas</b>			
<b>Trabalho de Conclusão</b>			<b>60 horas</b>			
<b>Carga Horária Total do Curso</b>			<b>420 horas</b>			

Resumo:

**Nº total de professores: 7**

**Nº de professores mestres: 4**

**Nº de professores doutores: 3**

Nº de professores de outras instituições 0

Nº de professores especialistas: 0

**12 EMENTÁRIO**

Link para conhecimento do acervo das Bibliotecas dos campi da UFT

<http://ww2.uft.edu.br/gestao/orgaos-complementares/11047-sisbib>

**PROGRAMA DE DISCIPLINA  
GERAÇÃO DISTRIBUÍDA E REDES INTELIGENTES**

**INFORMAÇÕES GERAIS**

<b>Código:</b> XXX0000	<b>Créditos:</b> 02	<b>Carga Horária:</b> 30 horas-aula	<b>Tipo:</b> Obrigatória
<b>Professor:</b> Gisele Souza Parmezzani Marinho			<b>Matrícula:</b> 2361327

**1 EMENTA**

Definições e considerações sobre a Geração Distribuída e legislação vigente no Brasil. Conceitos de Redes Inteligentes, seus desafios atuais e futuros.

**2 OBJETIVOS**

Apresentar os conceitos básicos de Geração Distribuída, considerando os aspectos econômicos, técnicos e operacionais. Mostrar os conceitos de Smart Grids

**3 CONTEÚDO PROGRAMÁTICO**

1. Conceitos de geração distribuída;
2. Fontes primárias de energia e tecnologias utilizadas em geração distribuída;
3. Legislação vigente no Brasil e em outros países;
4. Características de operação de redes de distribuição de energia elétrica;
5. Aspectos econômicos, técnicos e operacionais da integração da geração distribuída nos sistemas elétricos;
6. Geração distribuída e armazenamento de energia (tendências no Brasil e no mundo);
7. Conceitos de redes elétricas inteligentes (smart grids);
8. Desafios presentes e futuros na transmissão e distribuição de energia elétrica;
9. Perspectivas das redes elétricas inteligentes;
10. Tarifas inteligentes (Regulação e tendência tarifárias no Brasil).

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 Ensino

Aulas expositivas dialogadas com uso de quadro branco e apresentações multimídia, técnicas de estudo dirigido, técnicas de trabalhos em pequenos grupos e debates de estudos de caso. Em sala de aula são utilizados os recursos visuais disponíveis (datashow) para melhor transmitir o conhecimento aos estudantes.

### 4.2 Avaliação

A forma de avaliação desta disciplina consiste na entrega de trabalho realizado em forma escrita que será avaliada pelo professor e a este será atribuída uma Nota (de zero a dez).

Considera-se aprovado o aluno cuja nota final for maior ou igual a 7,0 (sete) e tiver frequência obrigatória maior ou igual que 75%.

Reprovado quando a nota final for menor que 7,0 (sete) ou tiver frequência obrigatória menor que 75%

Não está prevista realização de qualquer atividade de recuperação.

## 5 BIBLIOGRAFIA

### 5.1 Básica

DUGAN Roger C., MCDERMOTT Thomas E. **Distributed Generation: Operating conflicts for Distributed Generation Interconnected with Utility Distribution System.** IEEE Industry Applications Magazine, março/abril de 2002.

SALESSE, Antonio Vitor ; MARQUES, Ronaldo Fernandes . **Aspectos Relativos à Conexão de Geração Distribuída nos Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica.** International Congress on Electricity Distribution- CIDEL 2006 – Argentina.

BORTONI, Edson da Costa; HADDAD, Jamil. **Interconexão de Sistemas de Geração Distribuída.** 1ª.ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2006.

### 5.2 Complementar

BRASIL. ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. “**Resolução Normativa N° 414**, de 9 de setembro de 2010”.

BRASIL. ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. “**Resolução Normativa N° 482**, de 17 de abril de 2012”. (atualizada pela REN 687 e REN 786)

CIGRÉ Working group 37.23, “**Impact of increasing contribution of dispersed generation on the power system,**” CIGRÉ, Relatório Técnico, 1999.

MITRA, P. **The impact of distributed photovoltaic generation on residential distribution systems.** Arizona State University, submitted to IEEE, 2012.

Ministério de Minas e Energia - MME. **Portaria Interministerial n° 1.007**, de 31 de Dezembro

de 2010 - Regulamentação Específica que Define os Níveis Mínimos de Eficiência Energética de Lâmpadas Incandescentes. Diário Oficial da União nº4, 6 janeiro 2011, ISSN 1677-7042.2010.

COGEN. ASSOCIAÇÃO DA INDÚSTRIA DE COGERAÇÃO DE ENERGIA. **Geração Distribuída – Novo Ciclo de Desenvolvimento.** Disponível em: [http://www.cogen.com.br/workshop/2013/Geracao\\_Distribuida\\_Calabro\\_22052013.pdf](http://www.cogen.com.br/workshop/2013/Geracao_Distribuida_Calabro_22052013.pdf). Acesso em 10 out 2013.

EPE. **EMPRESA DE PLANEJAMENTO ENERGÉTICO.** Legislação. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/quemsomos/Paginas/default.aspx>. Acesso em: 10 set 2013.

LORA, Electo Eduardo Silva; HADDAD, Jamil (Coord.). **Geração distribuída:** aspectos tecnológicos, ambientais e institucionais. Rio de Janeiro: Interciência, 2006.

## PROGRAMA DE DISCIPLINA SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

### INFORMAÇÕES GERAIS

<b>Código:</b> XXX0000	<b>Créditos:</b> 04	<b>Carga Horária:</b> 60 horas-aula	<b>Tipo:</b> Obrigatória
<b>Professor:</b> Alex Vilarindo Menezes			<b>Matrícula:</b> 2892130

## 1 EMENTA

1. Introdução. 2. Recurso solar. 3. Tipos de sistemas. 4. Módulo Fotovoltaico. 5. Inversor. 6. Equipamentos de controle e proteção. 7. Dimensionamento de SFCR. 8. Dimensionamento de sistemas isolados. 9. Análise de desempenho. 10. Análise técnico-econômica.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo Geral

Apresentar os principais tópicos que se relacionam com a área de sistemas fotovoltaicos, de tal forma que o aluno possa estar capacitado para atuar nessa área.

### 2.2 Objetivos Específicos

- Compreender a dinâmica e disponibilidade do recurso solar.
- Conhecer a estrutura física construtiva e dinâmica de funcionamento de módulos fotovoltaicos e inversores isolados, conectados à rede e híbridos.
- Apresentar de maneira organizada e produtiva os principais conceitos para modelagem, dimensionamento e análise de desempenho de sistemas fotovoltaicos.
- Realizar análise técnica e econômica baseada nos custos e equipamentos presentes no mercado nacional.
- Relacionar o conteúdo teórico visto dentro da sala de aula com aplicações reais.

### 3 CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

1. Introdução
  - a) Justificativas
  - b) Objetivos
  - c) Temas para trabalho
2. Recurso solar
  - a) Disponibilidade energética
  - b) Energia solar: conceituação
  - c) Equipamentos de medição
  - d) Movimento aparente do Sol
3. Tipos de sistemas
  - a) Sistema Fotovoltaico Isolado (SFI)
  - b) Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede (SFCR)
  - c) Sistema Fotovoltaico Híbrido (SFH)
4. Módulo Fotovoltaico
  - a) Efeito fotovoltaico
  - b) Estrutura física
  - c) Processo de fabricação
  - d) Modelagem matemática
5. Inversor.
  - a) Funcionalidades
  - b) Topologias: visão geral
  - c) Estrutura física
  - d) Modelagem matemática
  - e) Fator de Dimensionamento do Inversor (FDI)
6. Equipamentos de controle, armazenamento e proteção.
  - a) Controlador de carga
  - b) Acumuladores
  - c) Dispositivo de Proteção contra Surto (DPS)
  - d) Chave seccionadora
  - e) Fusíveis
  - f) Quadro de proteção (*Stringbox*)
7. Dimensionamento de SFCR.
  - a) Análise da fatura de energia elétrica
  - b) Recurso solar disponível
  - c) Módulos fotovoltaicos
  - d) Inversor
  - e) Proteção
  - f) Exemplos de dimensionamento: Grupo A e B
8. Dimensionamento de SFI.
  - a) SFI para consumo de energia elétrica
  - b) SFI para bombeamento de água
  - c) Exemplos de dimensionamento



9. Análise de desempenho.
  - a) Produtividade do sistema
  - b) Fator de capacidade
  - c) Desempenho global
  - d) Custo da energia produzida
10. Análise técnico-econômica.
  - a) Dinheiro e o tempo
  - b) Juros simples e compostos
  - c) Sistemas de amortização
  - d) Fluxo de caixa
  - e) Retorno simples e descontado
  - f) Valor Presente Líquido (VPL)
  - g) Taxa Interna de Retorno (TIR)
  - h) Estudo de caso

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 Ensino

A metodologia a ser implantada será baseada em aulas expositivas, por meio da utilização de projetor digital, e artigos técnicos e científicos de revistas e periódicos conceituados da área, sempre contextualizando com os desafios e experiências encontrados em campo através de dados oriundos da base de dados da literatura da área e de sistemas reais em operação há pelo menos 4 anos.

### 4.2 Avaliação

- Elaboração de artigo técnico-científico dentro dos temas a serem apresentados no primeiro encontro das aulas acerca de sistemas fotovoltaicos conectados à rede.

Item avaliativo	Valor	Peso
Artigo	10,0	10,0
Total	10,0	10,0

## 5 BIBLIOGRAFIA

### 5.1 Básica

MENEZES, A. V. **Sistemas fotovoltaicos conectados à rede de distribuição de energia elétrica**. Apostila de disciplina do curso de especialização em sistemas fotovoltaicos conectados à rede da Universidade Federal do Tocantins, 2019.

ZILLES, R.; MACÊDO, W. N.; GALHARDO, M. A. B.; OLIVEIRA, S.H. F. **Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica**. São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2012.

PINHO, J. T.; GALDINO, M. A. **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos**. Rio de Janeiro: CEPEL-CRESESB, 2014. Disponível em: <[http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Manual\\_de\\_Engenharia\\_Fv\\_2014.pdf](http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Manual_de_Engenharia_Fv_2014.pdf)>. Acesso em 26 setembro 2018.

## 5.2 Complementar

MACÊDO, W. N. **Análise do fator de dimensionamento do inversor aplicado a sistemas fotovoltaicos conectados à rede**. 2006. Tese (Doutorado em Energia) - Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia - PIPGE, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/86/86131/tde-29112006-153307/publico/TeseWilson1.pdf> . Acesso em 26 setembro 2018.

PEREIRA, E. B.; MARTINS, F. R.; GONÇALVES, A. R.; COSTA, R. S.; LIMA, F. J. L.; RÜTHER, R.; ABREU, S. L.; TIEPOLO, G. M.; PEREIRA, S. V.; SOUZA, J. G. **Atlas Brasileiro de Energia Solar - 2ª edição**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, 2017.

### PROGRAMA DE DISCIPLINA ELETRÔNICA DE POTÊNCIA APLICADA A CONVERSORES PARA SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

#### INFORMAÇÕES GERAIS

<b>Código:</b> XXX0000	<b>Créditos:</b> 3	<b>Carga Horária:</b> 45 horas-aula	<b>Tipo:</b> Obrigatória
<b>Professor:</b> Priscila da Silva Oliveira			<b>Matrícula:</b> 2892130

#### 1 EMENTA

1. Tipos de Sistemas Solares Fotovoltaicos; 2. Inversor fonte de tensão; 2. Inversor fonte de Corrente; 3. Técnicas de modulação; 4. Estruturas Inversoras para sistemas fotovoltaicos; 5. Principais métodos para rastreamento de máxima potência (MPPT); 6. Principais algoritmos de anti-ilhamento.

#### 2 OBJETIVOS

##### 2.1 Objetivo Geral

O objetivo da disciplina é apresentar ao aluno o emprego da Eletrônica de Potência dentro dos sistemas fotovoltaicos de energia, através da conversão de energia CC-CA que estes sistemas empregam.

##### 2.2 Objetivos Específicos

- Apresentar as principais estruturas conversoras empregadas no inversor para sistemas fotovoltaicos.
- Apresentar o funcionamento das estruturas conversoras aplicadas a sistemas fotovoltaicos.
- Mostrar os principais métodos para rastreamento de máxima potência (MPPT).
- Apresentar os principais algoritmos de anti ilhamento.

#### 3 CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

1. Esquema de sistema solar fotovoltaico ligado à rede;
2. Esquema de sistema solar fotovoltaico isolado;
3. Inversor fonte de tensão

4. Inversor fonte de corrente;
5. Técnicas de modulação;
6. Estruturas Inversoras derivadas da topologia *H-Bridge*;
7. Estruturas Inversoras derivadas da topologia *NPC (Neutral Point Clamped)*;
8. Principais métodos de MPPT: razão cíclica fixa, tensão constante; perturbação e observação (P&O), condutância incremental, método beta, oscilação do sistema, correlação de ripple.
9. Principais Algoritmos de anti ilhamento: método da injeção de reativo, método do desvio ativo de frequência (AFD), Método do Desvio de Frequência no modo Escorregamento (SMS), Método do Desvio Ativo de Frequência com realimentação positiva (Sandia Frequency Shift - SFS), Método da realimentação positiva da tensão (Sandia Voltage Shift - SVS), Método da medição de Impedância em uma frequência específica.

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 Ensino

As aulas serão expositivas com a utilização de quadro branco e outros recursos (computador, projetor digital, softwares de simulação, etc.).

### 4.2 Avaliação

- O conteúdo será avaliado através de um trabalho parcial e um final, sendo que a média final será a média aritméticas dos trabalhos apresentados.
- Para aprovação na disciplina a média do aluno deverá ser maior ou igual a 7,0 (sete).

Item avaliativo	Valor	Peso
Trabalho	10,0	10,0
Prova	0	0
Total	10,0	10,0

## 5 BIBLIOGRAFIA

### 5.1 Básica

TEODORESCU, Remus; LISERRE, Marco e RODRIGUES, Pedro. **GRID CONVERTERS FOR PHOTOVOLTAIC AND WIND POWER SYSTEMS**. 1 ed. John Wiley & Sons, Ltd. 2011.

RASHID, Muhammad H. **ELETRÔNICA DE POTÊNCIA: DISPOSITIVOS, CIRCUITOS E APLICAÇÕES**. 4 ed. Pearson. 2014.

OGATA, Katsuhiko. **ENGENHARIA DE CONTROLE MODERNO**. 5. ed. Pearson, 2011.

### 5.2 Complementar

MARTINS, Denizar Cruz e BARBI, Ivo. **INTRODUÇÃO AO ESTUDO DE CONVERSORES CC-CA**. 2 ed. Ed. dos autores. 2008.

DORF, Richard C.; BISHOP, Robert H. **SISTEMAS DE CONTROLE MODERNOS**. 12. ed. LTC, 2013.

Robert Erickson, “**FUNDAMENTALS OF POWER ELECTRONICS**”, Kluwer Academic Publishers, ISBN 0-412-08541-0.

Monteiro, Alcy Jr. **Modelagem da Usina Fotovoltaica do Estádio do Mineirão para Estudos de Propagação Harmônica**. 2014. 116f. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

Brito, Moacyr A. G. **Inversores Integrados Monofásicos e Trifásicos para Aplicações Fotovoltaicas: Técnicas para obtenção de MPPT, detecção e proteção de ilhamento, sincronização e paralelismo com a rede de distribuição de energia elétrica**. 2013. 220f. Tese de doutorado - Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2013.

## PROGRAMA DE DISCIPLINA PROCESSAMENTO DE SINAIS

### INFORMAÇÕES GERAIS

<b>Código:</b> XXX0000	<b>Créditos:</b> 02	<b>Carga Horária:</b> 30 horas-aula	<b>Tipo:</b> Obrigatória
<b>Professor:</b> Humberto Xavier de Araujo			<b>Matrícula:</b> 1971818

## 1 EMENTA

Teoria básica de processamento de sinais: análise espectral de sinais, amostragem, frequência de Nyquist, sinais e sistemas discretos, Transformada Z. Análise de sinais no domínio do tempo e da frequência. Análise e projeto de filtros. Transdutores e condicionamentos de sinais. Conversão analógico/digital e digital/analógico. Utilização de microcomputadores em processamento de sinais. Método de aquisição de dados. Processamento digital de sinais em sistemas de energia solar.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo Geral

Entender de maneira geral a importância de um processamento de sinais eficientes nos sistemas de energia solar fotovoltaica. Entender a aplicação das ferramentas matemáticas e computacionais com suas aplicações na engenharia.

### 2.2 Objetivos Específicos

- Capacitar o profissional para a caracterização, projeto e implementação de filtros digitais, análise espectral de sinais usando DFT e desenvolvimento de algoritmos para processamento digital de sinais;
- Estabelecer relações entre a disciplina Processamento Digital de Sinais e o sistema de energia solar fotovoltaico;
- Conscientizar os profissionais sobre a importância do processamento digital de sinais.

### 3 CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

Revisão de processamento de sinais contínuos; introdução ao processamento digital de sinais; fundamentos matemáticos de sinais e sistemas discretos; análise em frequência de sinais; Processo de digitalização de sinais analógicos: conversão A/D, teorema de Nyquist amostragem, quantização, codificação e reconstrução do sinal analógico (Conversão D/A); Transformada Rápida de Fourier (FFT); Filtros Digitais: análise, estruturas, técnicas de projeto, aspectos práticos e tratamento computacional. Aplicações do Processamento Digital de Sinais em Sistemas de Energia Solar Fotovoltaico.

### 4 METODOLOGIA

#### 4.1 Ensino

Aulas expositivas em projetor e quadro branco.

Discussões sobre o Estado da Arte na utilização e no desenvolvimento de novos materiais.

Utilização de laptops para projeto de sistemas práticos.

#### 4.2 Avaliação

Trabalho apresentado em forma oral e escrita que será avaliada pelo professor e a este será atribuída uma Nota (de zero a dez).

Considera-se aprovado o aluno cuja nota final for maior ou igual a 7,0 (sete) e tiver frequência obrigatória maior ou igual que 75%.

Reprovado quando a nota final for menor que 7,0 (sete) ou tiver frequência obrigatória menor que 75%

Não está prevista realização de qualquer atividade de recuperação.

### 5 BIBLIOGRAFIA

#### 5.1 Básica

LYONS, Richard G. **Understanding digital signal processing**. Pearson Education, 2006.

HAYES, Monson; **Processamento Digital de Sinais**, 1 edição, Editora Bookman, 2006.

Lathi, Bhagwandas Pannalal; **Linear systems and signals**, 2.ed, Oxford University Press, New York, NY, USA, 2005

#### 5.2 Complementar

STEPHEN J.C., **Programação em Matlab para Engenheiros**. Thomson Learning, 2003

MATSUMOTO, Élia Yathie. **Matlab 7: Fundamentos**. Érica 2004.

HSU, P. Hwei; **Teoria e Problemas de Sinais e Sistemas**, 1 Ed., Porto Alegre: Bookman, 2004.

GIROD, B., RABENSTEIN, R., STENGER, A., **Sinais e Sistemas**, Editora LTC, 2003.

OPPENHEIM, Alan V.; SCHAFER, Ronald W. **Discrete time signal processing**. 2 nd. Edition, Prentice Hall, 1999.

## PROGRAMA DE DISCIPLINA MODELAGEM E ANÁLISE DE SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO

### INFORMAÇÕES GERAIS

<b>Código:</b> XXX0000	<b>Créditos:</b> 04	<b>Carga Horária:</b> 60 horas-aula	<b>Tipo:</b> Obrigatória
<b>Professor:</b> Sergio Manuel Rivera Sanhuesa			<b>Matrícula:</b> 1481863

### 1 EMENTA

Caracterização do sistema de distribuição. Modelagem dos elementos do sistema de distribuição. Fluxo de potência no âmbito da distribuição. Curto circuito.

### 2 OBJETIVOS

#### 2.1 Objetivo Geral

Conhecer a operacionalidade do sistema de distribuição no contexto dos sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica.

#### 2.2 Objetivos Específicos

- Uso do fluxo de potência voltado à distribuição.
- Realizar a modelagem matemática dos elementos que compõe um sistema de distribuição.
- Utilizar programas computacionais do CEPEL para estudo de redes de distribuição.
- Promover a capacidade de análise e expositiva do aluno referente assuntos pertinentes a redes de distribuição.

### 3 CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

1. Caracterização do sistema de distribuição.  
Regulamentação do sistema de distribuição perante a ANEEL;
2. Modelagem dos elementos do sistema de distribuição.  
Linhas;  
Transformadores;  
Cargas;  
Reguladores de tensão;  
Sistemas fotovoltaicos.
3. Fluxo de potência no âmbito da distribuição.  
Método da soma de corrente;  
Método da soma de potências;  
Método da soma de potências modificado.
4. Curto circuito.  
Faltas simétricas;  
Faltas assimétricas;  
Programa ANAFAS.

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 Ensino

O ensino se dará por aulas expositivas com a apresentação do conteúdo aos alunos e após toda exposição o aluno deverá trazer um artigo, já publicado, voltado ao assunto da disciplina. A partir do referido artigo o aluno deverá preparar um seminário, onde será avaliada a capacidade escrita e oral;

### 4.2 Avaliação

- Seminário expositivo;
- Relatório escrito no formato de artigo.

Item avaliativo	Valor	Peso
Trabalho	10	5
Apresentação	10	5
Total	10,0	10,0

## 5 BIBLIOGRAFIA

### 5.1 Básica

1. William H. Kersting. Distribution System Modeling and Analysis. CRC Press, Taylor & Francis Group, Third Edition, 2012.
2. Kagan, N. Oliveira, C. C. B. Robba, E. J. Introdução aos Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica. Editora Edgard Blucher. 2º Edição, 2010.
3. Monticelli, Alcir. Introdução à sistemas de energia elétrica. Editora da UNICAMP, 1999.

### 5.2 Complementar

1. John J. Grainger & William D. Stevenson Jr. Power System Analysis. Editora: McGraw Hill, 1994.
2. Gomez-Expósito, Antonio; Conejo, Antonio J., Cañizares, Claudio. Sistemas de Energia Elétrica. Análise e Operação. Editora: LTC; Edição: 1ª (1 de janeiro de 2011).

## PROGRAMA DE DISCIPLINA PROTEÇÃO DE SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA

### INFORMAÇÕES GERAIS

<b>Código:</b>	<b>Créditos:</b> 04	<b>Carga Horária:</b> 60 horas-aula	<b>Tipo:</b> Obrigatória
<b>Professor:</b> Adelicio Maximiano Sobrinho			<b>Matrícula:</b> 1999566

## 1 EMENTA

1. Filosofia da proteção. 2. Princípios e Características Fundamentais do Funcionamento de Relés. 3. Relés de Corrente, Tensão, Direcionais, de Equilíbrio de Corrente ou Tensão e Diferenciais. 4. Transformadores de Corrente: Introdução, Simbologia e polaridade do TC, ensaios, relação de transformação do TC, diferenças entre tcs de medição e proteção. 5. Transformadores de potencial: Introdução, Simbologia e polaridade do Tp, ensaios, relação de transformação do tp. 6. Proteção e coordenação das proteções de subestações para consumidores particulares, conforme normas de distribuição local.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo Geral

O objetivo da disciplina é fornecer aos estudantes base teórica e prática para dimensionar e coordenar os dispositivos de proteção para sistemas de geração distribuída de energia de acordo com as exigências das concessionárias.

### 2.2 Objetivos Específicos

- Proteção na Média Tensão;
- Tabela ANSI das proteções  
Dimensionamento os transformadores de corrente para proteção e medição;
- Coordenação dos relés com os demais dispositivos de proteção da distribuição (elos fusíveis, seccionadoras, religadores na RDU e na subestação;
- Ajustar as proteções de sobrecorrente temporizadas (51) e instantâneas (50) de fase e neutro;
- Coordenar as proteções da subestação particular com os elos da derivação e da primeira proteção a montante da concessionária;
- Ajustar os sistemas de proteção contra as correntes referentes aos pontos ANSI e NANSI dos transformadores;

## 3 CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

- Filosofia da proteção de sistemas elétricos de Potência;
- Transformadores de Corrente: Introdução, Simbologia e importância da determinação da polaridade do TC no sistema de proteção;
- Transformadores de potencial: Introdução, Simbologia e polaridade do Tp, ensaios, relação de transformação do tp;
- Rele de Sobrecorrente: Introdução, classificação dos relés, relés eletromecânicos, relés eletrônicos ou estáticos, relés digitais, ajustes dos relés, tipos de curvas dos relés e o seu tempo de atuação, função de religamento e coordenação dos relés;
- Chave/Elo Fusível: Escolha dos pontos de instalação; Dimensionamento; Tipos de elos; Curvas e faixas de operação; Coordenação fusível x fusível; Coordenograma da proteção;
- Funcionamento de diagramas de comando para as chave reversíveis de acionamento manual, elétrico e/ou automático com intertravamento mecânico;
- Rele Direcional: Introdução, relé de sobrecorrente direcional, princípio de funcionamento, polaridade dos tcs, ensaios dos relés e coordenação dos relés.
- Conceitos de disjuntores, chaves seccionadoras e procedimentos de manobras em sistemas de média tensão;



- Fornecimento de energia para todo o sistema de proteção e demais equipamentos da subestação.
- Relés com função de sincronismo (25), intertravamento;
- Relé com funções de subtensão (27);
- Funcionamento do Dispositivo de Seccionamento Visível;
- Detalhamento das funções do disjuntor de média tensão e ensaios de comissionamento;
- Relés com funções de sobrecorrente instantânea e temporizada (50/51) e (50/51) N;
- Relé com função de religamento com supervisão de linha morta;
- Relé de Reversão ou Desbalanceamento de Corrente (46);
- Relé com funções de Reversão ou Desbalanceamento de Tensão (47);
- Relé de Sobrecorrente com Restrição de Tensão (51V);
- Relé de Sobretensão de fase e Neutro (59 e 59N);
- Relé de Sobrecorrente Direcional de Fase e Neutro (67 e 67N);
- Relé de medição de ângulo de fase / proteção contra falta de sincronismo (78);
- Relé de Frequência (sub ou sobre) 81 (O/U);
- Elemento de Proteção Anti-ilhamento
- Importância dos Sistemas auxiliares de alimentação AC e DC.

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 Ensino

As aulas serão ministradas através de aulas expositivas com a utilização de quadro branco e outros recursos (computador, projetor digital, softwares de simulação, etc.)

Levantamento das curvas corrente x tempo dos reles instantâneos e temporizado para os diversos tipos de curvas: Normalmente Inversa (NI), Muito Inversa (MI) e Extremamente Inversa (EI). Modelamento destas curvas em softwares para verificação visual da coordenação das proteções e equipamentos;

Ensaio de transformadores de corrente e potencial: resistência de enrolamento, relação de transformação, polaridade, isolamento Dc, etc;

Análise de diagramas unifilares e dos sistemas AC e DC para os serviços de alimentação em subestações;

Conceitos dos equipamentos e procedimentos de segurança para execução de manobras em subestações de média tensão;

Visitas técnica em sistemas implantados.

### 4.2 Avaliação

- Relatório contemplando memorial descritivo, ensaios necessários para comissionamento da subestação, elaboração de diagramas, ajustes e coordenogramas das proteções conforme exigências da concessionária local;
- Prova.

Item avaliativo	Valor	Peso
Relatório	10	0,5
Prova	10	0,5
Total	10,0	10,0

## 5 BIBLIOGRAFIA

### 5.1 Básica

MAMEDE FILHO, João; MAMEDE, Daniel Ribeiro. **Proteção de Sistemas Elétricos de Potência**. Rio de Janeiro: LTC, 2016;

CAMINHA, Amadeu Casal. **Introdução à proteção dos sistemas elétricos**. 11. reimpr. -. São Paulo: E. Blucher, 2009;

KINDERMANN, Geraldo. **Proteção de Sistemas Elétricos de Potência**. Volume 1, UFSC, 2ª Edição modificada e ampliada, Florianópolis – SC.

### 5.2 Complementar

ENERGISA TOCANTINS. **Norma de Distribuição Unificada – NDU 015** - “Critérios para Conexão de acessantes de geração distribuída ao sistema de Distribuição da Energisa – Conexão em Média Tensão.

ENERGISA TOCANTINS. **Norma de Distribuição Unificada NDU 002** - "Fornecimento de Energia Elétrica em tensão primária. Revisão 5.1, abril de 2018.

ENERGISA TOCANTINS. **Norma de Distribuição Unificada NDU 013** - "Critérios para a Conexão de acessantes de Geração Distribuída ao Sistema de Distribuição da Energisa Conexão em baixa tensão. Versão 2.0, março de 2016.

## PROGRAMA DE DISCIPLINA MODELAGEM DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA (OPENDSS)

INFORMAÇÕES GERAIS			
<b>Código:</b>	<b>Créditos:</b> 04	<b>Carga Horária:</b> 60 horas-aula	<b>Tipo:</b> Obrigatória
<b>Professor:</b> Alcy Monteiro Júnior			<b>Matrícula:</b> 2740603

## 1 EMENTA

Modelos Trifásicos dos Elementos do Sistema Elétrico; Montagem da Matriz de Admitâncias Nodais dos Elementos de Rede: Transformadores, Geradores, Cargas, linhas; Construção da Matriz de Admitâncias Nodais da Rede Completa; Fluxo de Potência; Métodos para a Transmissão de Energia; Métodos para a Distribuição de Energia; Estudo de caso de Rede de Distribuição no OpenDSS; Modelagem dos Equipamentos de Geração Distribuída Conectados na Rede Elétrica; Modelo do Sistema Armazenador de Energia; Sistema de Distribuição Real;

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo Geral

Apresentar os principais tópicos que se relacionam a modelagem de geração distribuída com o foco em sistemas fotovoltaicos conectados à rede, de tal forma que o aluno possa estar capacitado para compreender o comportamento do funcionamento de uma geração distribuída usando ferramentas computacionais gratuitas.

### 2.2 Objetivos Específicos

- Compreender os modelos dos componentes do sistema elétricos;
- Conhecer a dinâmica do funcionamento e operação da microgeração distribuída;
- Apresentar de maneira organizada e produtiva os principais conceitos para modelagem de usinas fotovoltaicas;
- Compreender o comportamento de harmônicos em usinas fotovoltaicas;
- Compreender a modelagem de sistema de distribuição real.

## 3 CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

- Fluxo de Potência no OpenDSS:
  - Métodos para a Transmissão de Energia;
  - Métodos para a Distribuição de Energia;
- Estudo de caso de Rede de Distribuição no OpenDSS;
  - Rede Teste IEEE 13 Barras;
  - Caracterização dos Arranjos e Linhas;
  - Caracterização dos Transformadores;
  - Caracterização dos Capacitores;
  - Caracterização do Regulador;
  - Caracterização das Cargas Concentradas;
  - Caracterização da Carga Distribuída;
  - Fluxo de Potência da Rede Teste IEEE 13 Barras;
  - Conexão de GD.
- Modelagem dos Equipamentos de Geração Distribuída Conectados na Rede Elétrica:
  - Modelo do Sistema Fotovoltaico;
  - Curva de Irradiação e Temperatura;
  - Curva XY;
  - Modelo Conectado na Rede Teste 13 Barras;
  - Grandezas do Sistema Fotovoltaico;
  - Grandezas elétricas do sistema fotovoltaico;
- Modelo do Sistema Armazenador de Energia:

- Sistema Armazenador de Energia;
- Modelo Conectado na Rede Teste 13 Barras;
- Simulação do sistema armazenador de energia;
- Sistema de Distribuição Real;
  - Modelo do alimentador;
  - Dados da transmissão e do transformador da subestação;
  - Dados do carregamento dos alimentadores;
  - Dados do controle dos bancos de capacitores.

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 Ensino

A metodologia a ser implantada será baseada em aulas expositivas, por meio da utilização de projetor digital, e artigos técnicos e científicos de revistas e periódicos conceituados da área, sempre contextualizando com os desafios e experiências encontrados em campo através de dados oriundos da base de dados da literatura da área e de sistemas reais em operação.

### 4.2 Avaliação

- Elaboração de artigo técnico-científico dentro dos temas a serem apresentados no primeiro encontro das aulas acerca de projeto e instalações de usinas fotovoltaicas.

Item avaliativo	Valor	Peso
Artigo	10,0	10,0
Total	10,0	10,0

## 5 BIBLIOGRAFIA

### 5.1 Básica

1. Dugan, Roger C., Montenegro, Davis. **Reference Guide: The Open Distribution System Simulator (OpenDSS)**. EPRI: Electric Power Research Institute, 2018.
2. EPRI. Electric Power Research Institute. **“Common Functions for Smart Inverters”**. 4th Edition, 170. 2016.
3. EPRI, Electric Power Research Institute. **“OpenDSS PVSystm Element Model”**. p.1–10. 2011.

### 5.2 Complementar

1. KERSTING, W. H. **Radial distribution test feeders**. In: IEEE. Power Engineering Society Winter Meeting, 2001. IEEE. [S.l.], 2001. v. 2, p. 908–912.
2. KERSTING, W. H.. **Distribution System Modeling and Analysis**. CRC Press, Taylor & Francis Group, Third Edition, 2012

3. SUNDERMAN, W.; DUGAN, R. C.; SMITH, J. **Open source modeling of advanced inverter functions for solar photovoltaic installations.** In: IEEE. T&D Conference and Exposition, 2014 IEEE PES. [S.l.], 2014. p. 1–5.
4. A. Hariri, A. Newaz and M. O. Faruque, "**Open-source python-OpenDSS interface for hybrid simulation of PV impact studies,**" in *IET Generation, Transmission & Distribution*, vol. 11, no. 12, pp. 3125-3133, 24 8 2017. doi: 10.1049/iet-gtd.2016.1572
5. Monteiro Júnior, Alcy. **Modelagem da usina fotovoltaica do Estádio do Mineirão para estudos de propagação harmônica.** Dissertação (mestrado) Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, 2014.
6. P. B. Kitworawut, D. T. Azuatalam and A. J. Collin, "**An investigation into the technical impacts of microgeneration on UK-type LV distribution networks,**" *2016 Australasian Universities Power Engineering Conference (AUPEC)*, Brisbane, QLD, 2016, pp. 1-5. doi: 10.1109/AUPEC.2016.7749321

## PROGRAMA DE DISCIPLINA PROJETO E INSTALAÇÕES DE USINAS FOTOVOLTAICAS

### INFORMAÇÕES GERAIS

<b>Código:</b> XXX0000	<b>Créditos:</b> 03	<b>Carga Horária:</b> 45 horas-aula	<b>Tipo:</b> Obrigatória
<b>Professor:</b> Alcy Monteiro Júnior			<b>Matrícula:</b> 2740603

### 1 EMENTA

Legislação e Mercado: Modelos de empreendimentos; Como construir uma usina de minigeração distribuída; Dimensionamento de Usinas de Geração Distribuída; Sistema de gestão. Engenharia; Suprimento; Implantação; Entrega Final; Comissionamento; Sistema de Monitoramento; Operação e manutenção.

### 2 OBJETIVOS

#### 2.1 Objetivo Geral

Apresentar os principais tópicos que se relacionam com a área de projetos e montagens de usinas fotovoltaicas, de tal forma que o aluno possa estar capacitado para atuar nessa área.

#### 2.2 Objetivos Específicos

- Compreender a legislação e modelos de empreendimentos fotovoltaicos.
- Conhecer a estrutura física construtiva e dinâmica microgeração distribuída.
- Apresentar de maneira organizada e produtiva os principais conceitos para modelagem, dimensionamento e análise de desempenho de usinas fotovoltaicas.
- Apresentar o sistema de gestão para planejamento e execução de obras;
- Apresentar os trâmites para recebimentos de obras e manutenção.

### 3 CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

#### Legislação e Mercado:

- Modelos de Empreendimentos.

#### Como construir uma usina de microgeração distribuída:

- Principais etapas;
- Pré-projeto de uma usina;
- Topologias e peculiaridades na construção de uma usina;
- Aspectos legais a serem considerados.

#### Dimensionamento de usina de geração distribuída para minigeração:

- Dimensionamento inteligente;
- Pré-projeto:
  - Unifilar e *layout*;
- Contratos:
  - Tópicos importantes.

#### Sistema de gestão:

- Tópico em *Project Management* (PMBOK);
- Gestão do planejamento;
- Gestão de escopo:
  - Entregáveis.
- Gestão de Custo e Risco:
  - Panorama geral;
  - Risco e Mitigações;
- Gestão de tempo:
  - Balizamento das expectativas;
  - Ajustes comuns.

#### Engenharia:

- Integração dos elementos:
  - Compreensão do escopo.
- Sugestão de lista de projetos;
- Requisitos adicionais comuns:
  - Medições específicas;
  - CCTV e alarmes.
- Reduções de custos.

#### Suprimentos:

- Logística e controle;
- Equipamento críticos.

#### Implantação:

- Equipe de obra;
- Cadência executiva:
  - Prática:
    - Caminho planejado;
    - Erros comuns.

#### Entrega final:

- Comissionamento:
  - Normas;
  - Especialidades;
  - Figuras de mérito.
- Teste adicionais ao cliente;
- Aceite provisório e final.

#### Sistema de monitoramento;

Operação e manutenção:

- Operação:
  - Avaliação de desempenho;
- Manutenção:
  - Rotina básica;
  - Limpezas;
  - Testes;
  - Rotinas específicas.

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 Ensino

A metodologia a ser implantada será baseada em aulas expositivas, por meio da utilização de projetor digital, e artigos técnicos e científicos de revistas e periódicos conceituados da área, sempre contextualizando com os desafios e experiências encontrados em campo através de dados oriundos da base de dados da literatura da área e de sistemas reais em operação.

### 4.2 Avaliação

- Elaboração de artigo técnico-científico dentro dos temas a serem apresentados no primeiro encontro das aulas acerca de Projeto e instalações de usinas fotovoltaicas.

Item avaliativo	Valor	Peso
Artigo	10,0	10,0
Total	10,0	10,0

## 5 BIBLIOGRAFIA

### 5.1 Básica

ZILLES, R.; MACÊDO, W. N.; GALHARDO, M. A. B.; OLIVEIRA, S.H. F. **Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica**. São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2012.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK)**. Sexta edição. Newtown Square, PA: Project Management Institute, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16149:2013 - Sistemas fotovoltaicos (FV) - Características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição**.

### 5.2 Complementar

PINHO, J. T.; GALDINO, M. A. **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos**. Rio de Janeiro: CEPEL-CRESESB, 2014. Disponível em:

<[http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Manual\\_de\\_Engenharia\\_Fv\\_2014.pdf](http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Manual_de_Engenharia_Fv_2014.pdf)>. Acesso em 26 setembro 2018.

PEREIRA, E. B.; MARTINS, F. R.; GONÇALVES, A. R.; COSTA, R. S.; LIMA, F. J. L.;

RÜTHER, R.; ABREU, S. L.; TIEPOLO, G. M.; PEREIRA, S. V.; SOUZA, J. G. **Atlas Brasileiro de Energia Solar - 2ª edição**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, 2017

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR IEC 62116:2012** - Procedimento de ensaio de anti-ilhamento para inversores de sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16150:2013** - Sistemas fotovoltaicos (FV) – Características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição – Procedimento de ensaio de conformidade Equipamentos e instalações de micro e mini geração distribuída – Normativas Técnicas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16274:2014** - Sistemas fotovoltaicos conectados à rede - Requisitos mínimos para documentação, ensaios de comissionamento, inspeção e avaliação de desempenho.

### 13 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. **RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 414/2010**. Agência Nacional de Energia elétrica, 2010. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/documents/656877/14486448/bren2010414.pdf/3bd33297-26f9-4ddf-94c3-f01d76d6f14a?version=1.0>. Acesso em: 20 de mar. 2019.

BRASIL. **RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 482/2012**. Agência Nacional de Energia elétrica, 2012. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>. Acesso em: 20 de mar. 2019.

BRASIL. **RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 687/2015**. Agência Nacional de Energia elétrica, 2015. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>. Acesso em: 20 de mar. 2019.

GREENER. **Estudo Estratégico Mercado Fotovoltaico de Geração Distribuída - 1º Semestre 2019**. 2019. Disponível em: <https://www.greener.com.br/pesquisas-de-mercado/estudo-estrategico-mercado-fotovoltaico-de-geracao-distribuida-1o-semester-de-2019/>. Acesso em: 20 de mar. 2019.



GREENER. *Strategic Study Utility Scale – Brazilian PV Market 2019*. 2019. Disponível em: <https://www.greener.com.br/pesquisas-de-mercado/strategic-study-utility-scale-brazilian-pv-market-2019/>. Acesso em: 20 de mar. 2019.

INPE. **ATLAS BRASILEIRO SOLARIMÉTRICO DE ENERGIA SOLAR**. 2.ed. São José dos Campos : INPE, 2017. 88p.

PALMAS. Projeto de Desenvolvimento Pedagógico **RESOLUÇÃO Nº 06/2016**. Conselho Universitário da Universidade Federal do Tocantins - Consuni. Disponível em: <https://docs.uft.edu.br/share/s/RSl6HHU0Que2MuIybdLJJw>. Acesso em: 21 de mar. 2019.