

JOÃO LUIZ MEDEIROS E SILVA

**ESTUDO DAS NORMAS E PROCEDIMENTOS DE ACESSO DE UMA MICROGERAÇÃO
SOLAR FOTOVOLTAICA AO SISTEMA DE COMPENSAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA DA
CELESC DISTRIBUIÇÃO S/A**

JOINVILLE, SC

2013

JOÃO LUIZ MEDEIROS E SILVA

**ESTUDO DAS NORMAS E PROCEDIMENTOS DE ACESSO DE UMA MICROGERAÇÃO
SOLAR FOTOVOLTAICA AO SISTEMA DE COMPENSAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA DA
CELESC DISTRIBUIÇÃO S/A**

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de Engenharia Elétrica do Centro de Ciências Tecnológicas da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador: Sérgio Vidal Garcia Oliveira, Dr.

JOINVILLE, SC

2013

JOÃO LUIZ MEDEIROS E SILVA

**ESTUDO DAS NORMAS E PROCEDIMENTOS DE ACESSO DE UMA MICROGERAÇÃO
SOLAR FOTOVOLTAICA AO SISTEMA DE COMPENSAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA DA
CELESC DISTRIBUIÇÃO S/A**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Elétrica, Centro de Ciências Tecnológicas da Universidade do Estado de Santa Catarina, Bacharelado em Engenharia Elétrica.

Banca Examinadora

Orientador(a): _____
Dr. Sérgio Vidal Garcia Oliveira
Universidade do Estado de Santa Catarina

Membro: _____
Dr. Yales Rômulo de Novaes
Universidade do Estado de Santa Catarina

Membro: _____
Dr. Fernando Buzzulini Prioste
Universidade do Estado de Santa Catarina

JOINVILLE, SC (03/12/2013)

Dedico este trabalho aos meus pais e minha namorada, que sempre me deram apoio e incentivaram nos momentos mais difíceis na graduação, além dos amigos e professores do departamento que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Dr. Sérgio Vidal Garcia Oliveira, o qual idealizou este trabalho e me orientou durante todo o processo do desenvolvimento do trabalho, auxiliando sempre que necessário.

Aos meus pais e minha namorada, pois sempre me apoiaram em todos os momentos e deram força para superar todas as dificuldades encontradas na graduação.

Aos meus amigos, pelo apoio e compreensão por estar ausente em alguns momentos durante este período.

Ao Renan Diego de Oliveira Reiter, pelas informações referentes ao exemplo prático utilizado para elucidar o trabalho.

A todos os professores da Universidade do Estado de Santa Catarina, pois foram responsáveis pelo conhecimento adquirido para realizar este trabalho.

RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo sobre normas e procedimentos de acesso ao sistema de distribuição de energia elétrica tratando dos aspectos técnicos e gerenciais da Resolução Normativa ANEEL 482/12. Com a publicação da mesma, as concessionárias redigirão ou deveriam redigir no prazo máximo de 240 dias, documento técnico contendo todos os parâmetros e procedimentos, visando à adequação do sistema de micro ou mini geração distribuída e o acesso dos consumidores/geradores à rede elétrica destas. No conteúdo do presente trabalho, será realizado estudo aprofundado da normativa elaborada pela Celesc Distribuição S/A, visando apoio e incentivo à produção e geração de energia alternativa. Neste sentido, é apresentado um exemplo prático da aplicação dos preceitos da referida resolução seguindo as orientações da Celesc, na região de Blumenau/SC, em uma planta fotovoltaica composta de 14 módulos conectados em série e potência instalada de 1,89 kW, onde são apresentados todos os procedimentos técnicos e também a tramitação de documentos com a concessionária para regularizar a instalação.

Palavras-chave: Acesso ao sistema de distribuição. Desenvolvimento sustentável. Qualidade de energia. RN Aneel 482/2012. Sistema de compensação.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2.1 - Estrutura básica de uma mini/microgeração distribuída	14
Figura 3.1 - Quadro resumo dos Módulos PRODIST	17
Figura 5.1 - Capacidade de Geração de Energia.....	29
Figura 5.2 - Sistema Interligado Nacional	30
Figura 5.3 - Exemplo de medidor bidirecional.....	33
Figura 6.1 - Tabela da Composição Tarifária no Brasil.....	35
Figura 7.1 - Painéis fotovoltaicos do estudo de caso	40
Figura 7.2 - Características Elétricas Painel Fotovoltaico Kyocera.....	41
Figura 7.3 - Inversor Sunny Boy 1700.....	42
Figura 7.4 - Medidor Bidirecional <i>LandysGyr</i>	43
Figura 7.5 - Fluxograma das Etapas de Viabilização do Acesso	45
Figura 8.1 - Integração dos sistemas através do Smart Grid.....	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 - Nível de tensão da conexão.....	21
Tabela 4.2 - Parâmetros para inversores.....	22
Tabela 4.3 - Parâmetros de proteção para geradores	23
Tabela 4.4 - Limite de distorção harmônica	27
Tabela 4.5 - Tempo de desligamento do gerador	27

LISTA DE ABREVIATURAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANSI	American National Standards Institute
CCEE	Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
Hz	Hertz
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
MUSD	Montante de Uso do Sistema de Distribuição
NBR	Norma Brasileira
PRODIST	Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica
PU	Por Unidade
RN	Resolução Normativa
S	Segundos
TUSD	Tarifa de Uso do Sistema Elétrico de Distribuição
TUST	Tarifa de Uso do Sistema Elétrico de Transmissão

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	RESOLUÇÃO NORMATIVA 482 – ANEEL	13
2.1	DEFINIÇÕES TÉCNICAS	13
2.2	CARACTERÍSTICAS DO MODELO PROPOSTO	16
3	MÓDULOS PRODIST	17
3.1	MÓDULO 3 – ACESSO AO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO	18
3.2	MÓDULO 8 – QUALIDADE DE ENERGIA	18
4	INSTRUÇÃO NORMATIVA MINIGERAÇÃO CELESC	19
4.1	ETAPAS PARA A VIABILIZAÇÃO DO ACESSO	19
4.1.1	Solicitação de Acesso	19
4.1.2	Parecer técnico de acesso	19
4.1.3	Implantação da conexão	20
4.1.4	Aprovação do ponto de conexão	20
4.2	CRITÉRIOS BÁSICOS DE CONEXÃO	20
4.3	REQUISITOS DO SISTEMA DE PROTEÇÃO.....	21
4.4	PROTEÇÃO DO SISTEMA PARA SISTEMAS FOTOVOLTAICOS.....	22
4.4.1	Sobretensão (59)	23
4.4.2	Subfrequência (81U)	24
4.4.3	Sobrecorrente (50/51)	24
4.4.4	Sincronismo (25)	25
4.4.5	Ilhamento (78)	25
4.5	REQUISITOS DE QUALIDADE DE ENERGIA.....	26
4.6	REQUISITOS DO SISTEMA DE MEDIÇÃO DE ENERGIA	26
5	SISTEMA INTERLIGADO NACIONAL – SIN	28
5.1	EXPANSÃO DA REDE DE TRANSMISSÃO.....	29
5.2	SISTEMA DE COMPENSAÇÃO DE ENERGIA	31
5.3	MEDIÇÃO	31
5.4	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.....	32
6	ASPECTOS TARIFÁRIOS E TRIBUTÁRIOS	34

6.1	Parcela A – Custos não gerenciáveis	35
6.1.1	Encargos Setoriais	36
6.1.2	Encargos de Transmissão	36
6.1.3	Compra de Energia Elétrica	37
6.2	Parcela B – Custos gerenciáveis	37
7	EXEMPLO PRÁTICO DE APLICAÇÃO DA NORMATIVA MINIGERAÇÃO CELESC.....	39
7.1	SISTEMA FOTOVOLTAICO RESIDENCIAL.....	39
7.1.1	COMPOSIÇÃO DO SISTEMA DESENVOLVIDO	40
7.1.2	CARACTERÍSTICAS DOS PAINÉIS FOTOVOLTAICOS	40
7.1.3	CARACTERÍSTICAS DO INVERSOR	41
7.1.4	CARACTERÍSTICAS DO MEDIDOR	42
7.2	ETAPAS DE VIABILIZAÇÃO DO ACESSO.....	43
8	CONSEQUENCIAS DA MICROGERAÇÃO.....	46
8.1	SMART GRID.....	46
8.1.1	IMPLEMENTAÇÃO DA TECNOLOGIA SMART GRID	48
8.2	VANTAGENS DA MICROGERAÇÃO E PROJEÇÕES FUTURAS	49
9	CONCLUSAO.....	50
ANEXO 1	– FORMULÁRIO DE SOLICITAÇÃO DE ACESSO À REDE DE DISTRIBUIÇÃO CELESC	54
ANEXO 2	- DIAGRAMAS UNIFILARES ORIENTATIVOS.....	56
ANEXO 3	- FORMULÁRIO DE SOLICITAÇÃO DE ACESSO À REDE DE DISTRIBUIÇÃO CELESC	59
	PARA O EXEMPLO PRÁTICO	59
ANEXO 4	– MEMORIAL DESCRITIVO DO EXEMPLO PRÁTICO.....	61
ANEXO 5	– DIAGRAMA UNIFILAR DO EXEMPLO PRÁTICO.....	69
ANEXO 6	- ACORDO OPERATIVO DO EXEMPLO PRÁTICO.....	71

1 INTRODUÇÃO

Com o crescente avanço tecnológico, é eminente que novas formas de geração de energia sejam exploradas e principalmente, que não agridam o meio ambiente. O governo brasileiro fomenta Leis e incentivos para que, cada vez mais, as chamadas “energias limpas” (eólica, biomassa e solar, por exemplo) façam parte da matriz energética nacional. Com foco nesse segmento, agentes no mercado de energia acreditam na consolidação de leis, diretrizes e normativas para garantir a comercialização de energia.

A resolução normativa 482 (RN 482) aprovada em 17 de abril de 2012 pela ANEEL tem por objetivo criar um sistema de compensação de energia que permite ao consumidor instalar pequenos geradores em sua unidade consumidora e trocar energia com a distribuidora local.

Essa compensação tem diversos benefícios ao sistema elétrico como: redução dos investimentos necessários para a ampliação nas redes de transmissão e distribuição; diminuição de perdas na circulação de energia, ocasionando maior eficiência energética e também, o aumento da competitividade no comércio de energia, fazendo com que as tarifas e custos tendam a diminuir.

Porém esse mecanismo restringe a microgeração e minigeração ao uso próprio do consumidor/gerador, não permitindo a comercialização da energia não consumida. Eventuais excedentes de energia verificados em um determinado posto horário deverão gerar crédito para o consumidor/gerador contra a distribuidora, podendo ser compensados pelos seguintes débitos:

- (a) débitos verificados em outros postos horários dentro do mesmo ciclo de faturamento;
- (b) consumo médio nos três anos subsequentes à data do faturamento; ou
- (c) débitos da distribuidora contra outras unidades consumidoras do mesmo titular (ou a ele reunidas por comunhão de interesses de fato (áreas contíguas) ou de direito (inscritos no mesmo CNPJ)), desde que sejam atendidos pela mesma distribuidora.

Com o intuito de facilitar e tornar atrativa a implementação do sistema de geração e compensação de energia elétrica, a ANEEL dividiu os custos referentes à instalação de micro e mini usinas entre o consumidor/gerador e a distribuidora. Assim, o consumidor/gerador deve arcar somente com custos relativos à adequação do sistema de medição ao sistema de compensação ao passo que a distribuidora se responsabiliza por adequar os seus sistemas comerciais e elaborar normas técnicas até meados de dezembro de 2012 (i.e., 240 dias após a publicação da resolução ANEEL 482), atender às solicitações de acesso, bem como manter e operar o sistema de medição instalado pelo consumidor.

2 RESOLUÇÃO NORMATIVA 482 – ANEEL

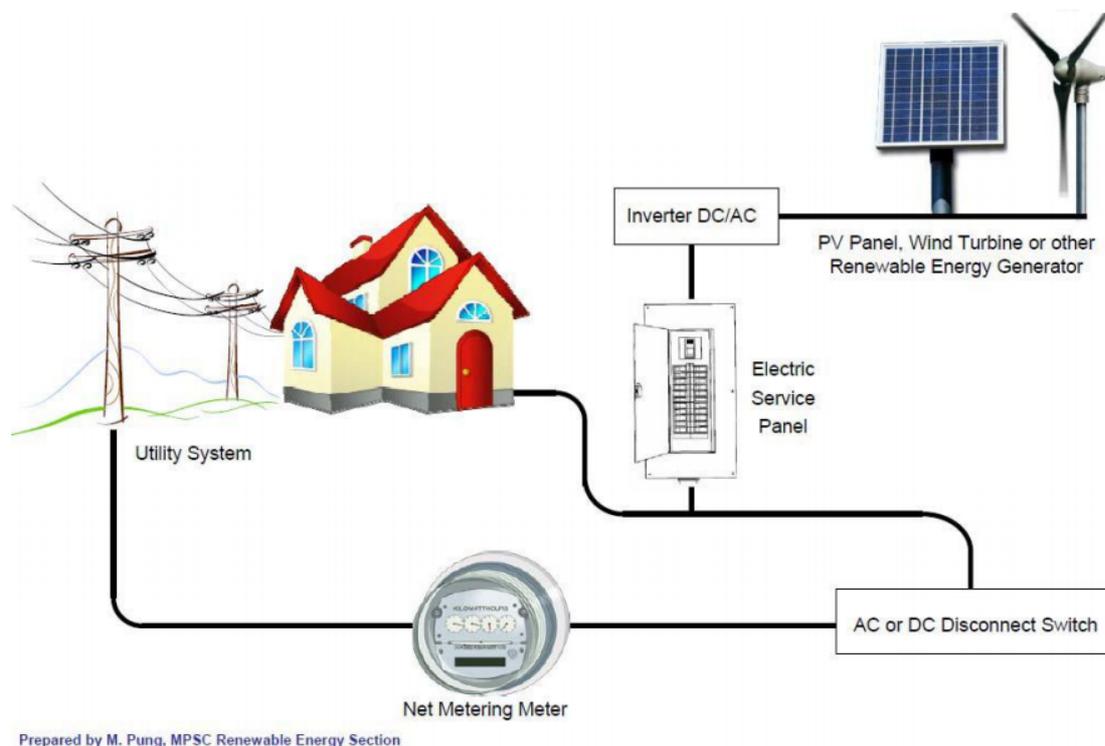
A Resolução Normativa 482 de 17 de Abril de 2012 foi elaborada a fim de estabelecer as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica.

2.1 DEFINIÇÕES TÉCNICAS

Primeiramente, para saber quem tem direito ao acesso de microgeração e minigeração, devemos conhecer algumas definições técnicas para o bom entendimento da Resolução Normativa 482 e também da Instrução Normativa Celesc:

- Microgeração distribuída: fonte geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 100 kW e que atenda as regulamentações da ANEEL, conectada ao sistema através de instalações de unidades consumidoras;
- Minigeração distribuída: fonte geradora de energia elétrica, com potência instalada superior a 100 kW e menor ou igual a 1 MW, que atenda as regulamentações da ANEEL, conectada ao sistema através de instalações de unidades consumidoras;
- Sistema de compensação de energia elétrica: sistema no qual a energia ativa injetada por unidade consumidora com microgeração distribuída ou minigeração distribuída é cedida, por meio de empréstimo gratuito, à distribuidora local e posteriormente compensada com o consumo de energia elétrica ativa dessa mesma unidade consumidora ou de outra unidade consumidora de mesma titularidade da unidade consumidora onde os créditos foram gerados, desde que possua o mesmo Cadastro de Pessoa Física (CPF) ou Cadastro de Pessoa Jurídica (CNPJ) junto ao Ministério da Fazenda;
- Energia Elétrica ativa: é aquela que efetivamente produz um trabalho útil. Sua unidade de medida é kWh;
- Energia Elétrica reativa: é aquela que não produz trabalho, porém é indispensável para produzir o fluxo magnético necessário ao funcionamento dos motores, transformadores etc. Entretanto, a energia reativa “ocupa espaço” no sistema que poderia ser usado por mais energia ativa. Ela é expressa em kVARh e a ativa em kWh;
- Unidade Consumidora: conjunto de instalação e equipamentos elétricos, caracterizado pelo recebimento de energia elétrica em um só ponto de entrega, com medição individualizada e correspondente a um único consumidor;

Figura 2.1 - Estrutura básica de uma mini/microgeração distribuída



Fonte: www.abinee.org.br/informac/arquivos/5aneel.pdf

- Consumidor Grupo A: consumidores ligados em tensão igual ou superior a 2.300 volts (Decreto 62724/68 | Decreto no 62.724, de 17 de maio de 1968);
- Consumidor Grupo B: consumidores ligados em tensão inferior a 2.300 volts (Decreto 62724/68 | Decreto no 62.724, de 17 de maio de 1968);
- Acessada: Celesc Distribuição, agente de distribuição de energia elétrica em cujo sistema elétrico o Acessante conecta suas instalações;
- Acessante: consumidor, central geradora, distribuidora ou agente importador ou exportador de energia, com instalações que se conectam ao sistema elétrico de distribuição, individualmente ou associados;
- Afundamento temporário de tensão: evento em que o valor eficaz da tensão do sistema se reduz, momentaneamente, para valores abaixo de 90% e acima de 10% da tensão nominal de operação, durante intervalo superior a três segundos e inferior a três minutos;
- Acordo operativo: é o acordo celebrado entre o acessante e a Celesc Distribuição que descreve e define as atribuições, responsabilidades e procedimentos necessários ao relacionamento técnico operacional, para mini geradores;
- Câmara de Comercialização de Energia Elétrica – CCEE: é o órgão criado pelo Decreto 517/04, que tem como finalidade viabilizar a comercialização de energia elétrica, sob a regulação e a fiscalização da ANEEL;

- Instalações de Conexão: são instalações e equipamentos dedicados ao atendimento do agente com a finalidade de interligar suas instalações até o ponto de conexão, inclusive;
- Produtor Independente de Energia (PIE): é a pessoa jurídica ou empresas reunidas em consórcio que recebem concessão, autorização ou registro do poder concedente, para produzir energia elétrica destinada ao comércio de toda ou parte da energia produzida, por sua conta e risco;
- Relacionamento Operacional: é o acordo celebrado entre o acessante e a Celesc Distribuição que descreve e define as atribuições, responsabilidades e procedimentos necessários ao relacionamento técnico e operacional para micro e minigeradores.
- Sistema Elétrico de Média Tensão (MT): é toda e qualquer parte do sistema elétrico da Celesc que esteja operando nas tensões nominais de 13,8 kV, 23 kV ou 34,5 kV;
- Sistema Elétrico de Baixa Tensão (BT): é toda e qualquer parte do sistema elétrico da Celesc que esteja operando nas tensões nominais de 380V/220V ou 440V/220V;
- Sistema de Medição para Faturamento (SMF): o SMF é um sistema composto pelos medidores principal e de retaguarda, pelos transformadores para instrumentos, pelos canais de comunicação entre os agentes e a CCEE, e pelos sistemas de coleta de dados de medição para faturamento.

Além dessas definições, existe uma série de termos técnicos utilizados para evitar ambiguidade ou divergência no entendimento dos mesmos, conforme descritos no Módulo 1 – Introdução do PRODIST.

Outro ponto importante refere-se à parte de medição da energia elétrica. Segundo a RN 482, o custo referente à adequação do sistema de medição necessário para a implantação do sistema de compensação é de responsabilidade do interessado em investir no modelo proposto.

Após a adequação do sistema de medição, a concessionária de energia será responsável pela manutenção e operação, incluindo eventuais custeios que venham a ocorrer. Os equipamentos de medição instalados deverão atender as especificações técnicas do PRODIST (Procedimento de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional). Na Seção 3.7 do Módulo 3, são tratados os procedimentos de acesso a micro e minigeração distribuída, ponto este de interesse no trabalho desenvolvido.

Paralelamente ao sistema de compensação de energia elaborado a partir da RN 482/2012, a ANEEL aprovou novas regras para descontos na Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição – TUSD e na Tarifa de Uso do Sistema de Transmissão – TUST para usinas maiores (de até 30 MW) que utilizarem fonte solar. Para os empreendimentos que entrarem em operação comercial até 31/12/17, o desconto de 80% será aplicável nos 10 primeiros anos de operação da usina. O desconto será reduzido para 50% após o décimo ano de operação da usina. Para os empreendimentos que entrarem em operação comercial após 31/12/17, mantém-se o desconto de 50% nas tarifas.

2.2 CARACTERÍSTICAS DO MODELO PROPOSTO

O incentivo na mini e microgeração distribuída tem como propósito geral, melhorar a qualidade de energia em todo o âmbito nacional. Também tem reflexos positivos em relação ao baixo impacto ambiental, afinal, a fonte de geração é considerada limpa (solar, eólica, biomassa). Pela sua estrutura ser de pequeno porte, tem menor tempo de implantação, ao contrário de grandes usinas. Por estar muito próximo ao consumidor final, reduz as perdas nas linhas de transmissão e também o carregamento nas redes. Todos os fatores citados refletem em uma maior confiabilidade no sistema de geração e distribuição, além de diversificar a matriz energética nacional, fato esse primordial, diante dos escassos recursos naturais na Terra.

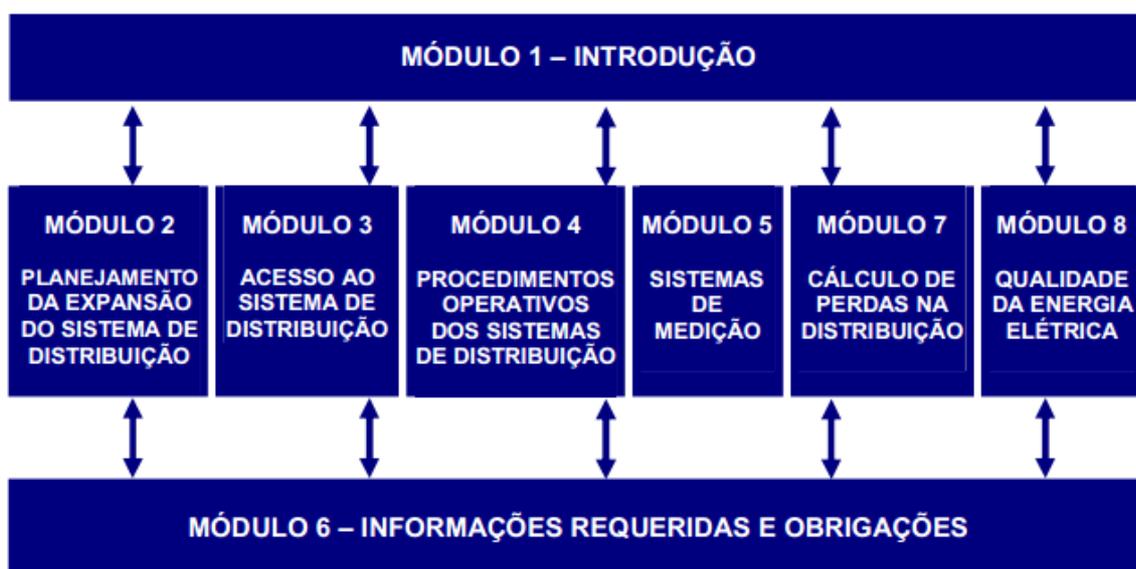
Em contrapartida, há algumas dificuldades alegadas na implantação do mesmo. Uma delas seria o aumento da complexidade de operação. Outros pontos referem-se à parte técnica como: o controle do nível de tensão da rede no período de carga leve, alterações dos níveis de curto-circuito das redes, aumento da distorção harmônica. Além disso, por se tratar de uma solução recente, ainda tem um alto custo de implantação e um tempo de retorno elevado para o investimento.

3 MÓDULOS PRODIST

Os Procedimentos de Distribuição são um conjunto de documentos elaborados pela ANEEL com o propósito de dar parâmetros aos agentes e consumidores do sistema elétrico nacional na identificação e classificação de suas necessidades para o acesso ao sistema de distribuição, disciplinando formas, condições, responsabilidades e penalidades relativas à conexão, planejamento da expansão, operação e medição da energia elétrica, sistematizando a troca de informações entre as partes, além de estabelecer critérios e indicadores de qualidade.

O PRODIST é composto por oito módulos: Introdução (Módulo 1), Planejamento da Expansão do Sistema de Distribuição (Módulo 2), Acesso ao Sistema de Distribuição (Módulo 3), Procedimentos Operativos do Sistema de Distribuição (Módulo 4), Sistemas de Medição (Módulo 5), Informações Requeridas e Obrigações (Módulo 6), Cálculo de Perdas na Distribuição (Módulo 7) e Qualidade da Energia Elétrica (Módulo 8). Eles são divididos em seis módulos técnicos e dois módulos integradores, conforme Figura 2.1

Figura 3.1 - Quadro resumo dos Módulos PRODIST



Fonte: [2]

Os módulos que serão enfatizados para o bom entendimento do trabalho serão os Módulos 3 e 8.

3.1 MÓDULO 3 – ACESSO AO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO

Tem como objetivo principal estabelecer as condições de acesso, compreendendo a conexão e o uso, ao sistema de distribuição, não abrangendo as demais Instalações de Transmissão – DIT, e definir os critérios técnicos e operacionais, os requisitos de projeto, as informações, os dados e a implementação da conexão, aplicando-se aos novos acessantes bem como aos existentes.

O acesso ao sistema de distribuição deve atender ao PRODIST e às resoluções vigentes da ANEEL e deve observar as normas técnicas brasileiras e os padrões e normas da distribuidora acessada.

No caso da mini e microgeração distribuída, os procedimentos estão descritos na seção 3.7 deste Módulo. Porém na prática, esses procedimentos são definidos pela concessionária, que serão estudados ao longo do trabalho, pois cabe a ela o estudo técnico referente à instalação sistema desejado.

3.2 MÓDULO 8 – QUALIDADE DE ENERGIA

O presente módulo tem por objetivo estabelecer os procedimentos relativos à qualidade da energia elétrica, considerando a qualidade do produto e a qualidade do serviço prestado. Na qualidade do produto, são mostrados os valores de referência e também fatores técnicos relacionados em regime permanente ou transitório relacionados a tensão como: nível em regime permanente, fator de potência, harmônicos, desequilíbrios, flutuação, variações de curta duração e variação de frequência. As definições técnicas e termos utilizados podem ser consultados no Módulo 1 – Introdução, para eventuais dúvidas. Já na qualidade do serviço, são estabelecidas metodologias e ferramentas para apuração de indicadores como DIC, FIC, DEC e FEC, por exemplo.

Conforme dito no item 3.1, quem exige os parâmetros de qualidade de energia é a Acessada, no caso, a Celesc Distribuição.

4 INSTRUÇÃO NORMATIVA MINIGERAÇÃO CELESC

A presente Instrução Normativa tem como finalidade estabelecer os requisitos mínimos necessários para a conexão de agentes classificados como micro ou mini geração de energia elétrica ao sistema da Celesc Distribuição, em baixa tensão (BT) e em média tensão (MT). Obedece legalmente as Resoluções Normativas 414 e 482 da ANEEL e ao PRODIST.

4.1 ETAPAS PARA A VIABILIZAÇÃO DO ACESSO

Para os interessados em investir no sistema, deverão ser obedecidas as seguintes etapas sequenciais: solicitação de acesso, parecer técnico de acesso, implantação da conexão e por fim, a aprovação do ponto de conexão.

4.1.1 Solicitação de Acesso

O acessante deverá encaminhar à Agência Regional Celesc, conforme a unidade consumidora onde será instalada a estrutura geradora, os seguintes documentos:

- Formulário de solicitação de acesso – Conforme Anexo 1;
- Memorial descritivo da instalação, diagrama unifilar, desenhos/projetos elétricos da instalação do micro ou minigerador, especificações técnicas dos equipamentos a serem instalados. Diagramas unifilares orientativos estão dispostos no Anexo 2;
- Anotação de responsabilidade técnica (ART) do profissional habilitado que assina o projeto elétrico, com assinatura do titular da unidade consumidora.

A Celesc tem a incumbência de avaliar toda a documentação recebida. Caso haja informações faltantes e necessárias para a análise técnica, o acessante terá até sessenta dias para reapresentar as informações, caso contrário, seu processo será finalizado e deverá iniciar do marco zero.

4.1.2 Parecer técnico de acesso

Consiste na documentação emitida pela Celesc onde ficam estabelecidos os requisitos e características técnicas de conexão e as condições de acesso que o acessante deverá atender. A concessionária emitirá o parecer técnico de acesso em até trinta dias após a solicitação de acesso, caso não haja necessidade de melhoria ou reforço na rede de distribuição ou até sessenta dias caso haja tal melhoria na rede e também que o acessante seja classificado como minigeração.

Anexo ao parecer técnico de acesso, será encaminhado ao acessante:

- Contrato de Fornecimento de Energia Elétrica / Contrato de Uso do Sistema de Distribuição (CUSD) com o propósito de formalizar as regras de faturamento do sistema de compensação de energia elétrica;
- Acordo operativo ou acordo de relacionamento operacional.

Os documentos acima devem ser celebrados entre as partes envolvidas no prazo máximo de 90 dias após a emissão do parecer de acesso. Caso o interessado possua mais de uma unidade consumidora integrante, as mesmas também deverão celebrar o aditivo CUSD citado acima.

4.1.3 Implantação da conexão

Depois de concluída a primeira etapa, o acessante deverá efetuar a solicitação de vistoria (Anexo 3), encaminhado a Agência Regional da Celesc, onde foi iniciado o processo, juntamente com a ART de supervisão e de execução da obra realizada. A acessada efetuará a vistoria nas instalações em até trinta dias após o recebimento da solicitação de vistoria. Após a vistoria, será emitido um relatório de vistoria para o acessante em até quinze dias e apontará eventuais deficiências técnicas.

4.1.4 Aprovação do ponto de conexão

Caso não tenha nenhuma deficiência ou pendência técnica, a Celesc emitirá a aprovação do ponto de conexão em até sete dias após a emissão do relatório de vistoria. Se houver algum item reprovado, o interessado deverá corrigi-las e informar novamente quando tudo estiver no padrão exigido, sendo o prazo para aprovação de também sete dias.

4.2 CRITÉRIOS BÁSICOS DE CONEXÃO

As instalações de mini e micro geração não poderão prejudicar o desempenho do sistema elétrico ou comprometer a qualidade de fornecimento de energia aos consumidores (conforme descritos no Módulo 8 do PRODIST). A concessionária tem autorização para efetuar a desconexão das unidades consumidoras, caso seja constatado procedimentos irregulares,

deficiência técnica ou de segurança que ofereçam risco iminente de danos a pessoas ou bens. Também poderão ser desconectadas, as unidades que não tenham passado pelo processo supracitado para a instalação do ponto gerador.

O sistema poderá operar somente quando o consumidor estiver energizado pela Celesc (situação normal), caso contrário, ou seja, se o mesmo estiver desenergizado por motivos emergenciais ou manutenção, o gerador deverá ser desconectado automaticamente.

Tecnicamente, o nível de tensão da conexão deverá ser classificado conforme potência instalada e descrita segundo Tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Nível de tensão da conexão

Potência Instalada	Nível de Tensão da Conexão
Até 15 kW	Baixa Tensão (monofásico, bifásico ou trifásico)
Acima de 15 kW até 25 kW	Baixa Tensão (bifásico ou trifásico)
Acima de 25 kW até 75 kW	Baixa Tensão (trifásico)
Acima de 75 kW até 1.000 kW	Média Tensão

Fonte: do autor, baseada em [3]

4.3 REQUISITOS DO SISTEMA DE PROTEÇÃO

É de responsabilidade do acessante a proteção de todos os seus equipamentos no qual compõe o sistema de geração. A Celesc não se responsabilizará por danos que possam ocorrer devido a defeitos, correntes de sequência negativa excessiva e surtos atmosféricos. Ainda cabe a ele, a sincronização do(s) gerador (es) com o sistema elétrico e deve fazer manutenção corretiva e preventiva periodicamente, a fim de garantir a qualidade e segurança dos equipamentos envolvidos. Algumas características e requisitos técnicos devem ser obedecidos tais como:

A proteção do acessante deve detectar a desconexão do sistema da Celesc e atuar no sentido de impedir que o seu gerador opere isolado (proteção anti-ilhamento).

Para geradores com potência instalada acima de 75 kW, deverá ser instalado um transformador de acoplamento.

Caso a conexão ocorra em média tensão, o acessante deverá instalar junto ao equipamento de geração, um modem GPRS para controle supervisão por parte da Celesc. Outros meios de comunicação podem ser instalados, desde que o inversor possua a função de acesso remoto.

Normalmente, na geração utilizando fonte solar ou eólica, são utilizados inversores eletrônicos. Os mesmos devem atender os seguintes parâmetros de proteção conforme Tabela 4.2

Tabela 4.2 - Parâmetros para inversores

Função (Código da Tabela ANSI)	Parametrização (Referência)
Subtensão (27)	0,8 pu (2 s)
Sobretensão (59)	1,1 pu (2 s)
Subfrequência (81U)	57,5 Hz (0,2 s)
Sobrefrequência (81O)	60,5 Hz (2 s)
Sobrecorrente (50/51)	Conforme padrão de entrada
Sincronismo (25)	10° 10% tensão 0,3 Hz
Anti-Ilhamento (78)	Ativa

Fonte: do autor, adaptada de [1]

No caso de geração através de fonte hidráulica ou térmica, utilizam-se geradores síncronos ou assíncronos. Estes devem ter as seguintes funções para parametrização, que podem ser vistas na Tabela 4.3

4.4 PROTEÇÃO DO SISTEMA PARA SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Conforme normativa de microgeração da Celesc, o sistema instalado deverá possuir no mínimo das seguintes funções de proteção, no caso de geração com energia solar:

Tabela 4.3 – Parâmetros de proteção para geradores

Requisito de Proteção	Nível	Parametrização (Referência)	Tempo Máximo de Atuação
Proteção de subtensão (27)	1	0,85 pu (2 s)	1,0 s
Proteção de subtensão (27)	2	0,5 pu	0,2 s
Proteção de sobretensão (59)	1	1,1 pu	1,0 s
Proteção de sobretensão (59)	2	1,2 pu	0,2 s
Proteção de subfrequência (81U)	1	59,5 Hz	2,0 s
Proteção de subfrequência (81U)	2	57,0 Hz	0,2 s
Proteção de sobrefrequência (81O)	1	60,5 Hz	2,0 s
Proteção de sobrefrequência (81O)	2	62,0 Hz	0,2 s
Proteção de sobrecorrente (50/51)	-	Conforme padrão de entrada	-
Relé de sincronismo (25)	-	10° 10% tensão / 0,5 Hz	-

Fonte: do autor, adaptada [3]

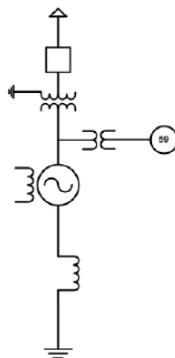
4.4.1 Sobretensão (59)

A proteção de sobretensão (Figura 4.1) atua quando há ocorrência de condições não controladas pelo regulador de tensão, ou seja, o valor da tensão ultrapassa um valor pré-ajustado, podendo ser classificado em relação ao tempo de atuação como:

- Instantânea: A atuação ocorre assim que detectada a elevação da tensão, dependendo apenas das características construtivas do relé ou de seu algoritmo.
- Temporizada: A atuação ocorre após um tempo pré-determinado desde que houve a detecção da elevação de tensão. Esse tempo pode ser ajustado.

Os relés baseados em medidas de tensão, como no caso do relé de sobretensão, são largamente empregados na detecção da situação de ilhamento. Na ocorrência de um ilhamento, as tensões do subsistema isolado variam dependendo da diferença entre as potências ativas e reativas geradas e consumidas.

Figura 4.1 - Proteção de Sobretensão



Fonte: [10]

4.4.2 Subfrequência (81U)

O relé atua quando a frequência elétrica do sistema se desvia da nominal e se mantém por certo período inferior ou superior a um limiar. Sua atuação ainda pode ocorrer por violação de um limiar de taxa de variação de frequência.

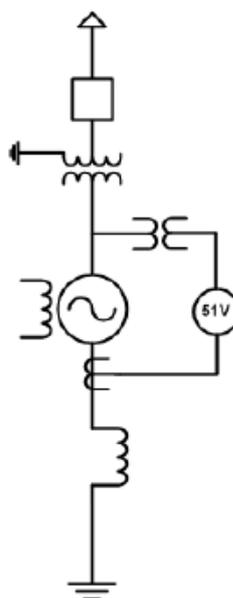
4.4.3 Sobrecorrente (50/51)

Os relés de sobrecorrente atuam sempre que o valor da corrente excede um valor pré-definido. Este relé é classificado em relação ao tempo de atuação como:

- Relé instantâneo (Função ANSI - 50): Relé que opera instantaneamente se a corrente de curto-circuito decorrente de um defeito no sistema elétrico ou no equipamento ultrapassar um valor pré-ajustado.
- Relé temporizado (Função ANSI - 51): Relé que opera com um retardo intencional de tempo, quando a corrente alternada em um circuito ultrapassar um valor pré-ajustado.

Os relés de sobrecorrente com restrição por tensão possuem a sensibilidade diretamente relacionada com a tensão do sistema. A atuação do relé (conforme Figura 4.2) varia de acordo com a evolução da tensão terminal da máquina.

Figura 4.2 - Proteção de sobrecorrente



Fonte: [10]

4.4.4 Sincronismo (25)

O relé de verificação de sincronismo ou sincronização é empregado para sincronização de geradores, sincronismo de linhas de transmissão ou de tensões de barra. Ele monitora a sincronização de dois circuitos efetuando, a medição das tensões entre os circuitos, fazendo a comparação dos respectivos ângulos de fase, sequências de fase, frequências e amplitudes de maneira a impedir o paralelismo caso os circuitos não atendam determinados pré-requisitos. Esses sinais de tensões são provenientes dos secundários de transformadores de potencial (TP). Caso as diferenças detectadas pelo relé ultrapassem os valores calibrados ou programados, ele sinalizará o problema e impedirá o paralelismo.

4.4.5 Ilhamento (78)

O ilhamento corre quando uma parte da rede de distribuição torna-se eletricamente isolada da fonte principal de energia (subestação da empresa de distribuição de energia elétrica), mas continua a ser energizada por geradores distribuídos conectados no subsistema isolado (no caso, a unidade com microgeração). As principais implicações da falha na detecção de ilhamento e, por consequência, da não desconexão dos geradores ilhados são:

- A segurança da equipe de manutenção da concessionária, assim como dos consumidores em geral, pode ser colocada em risco devido a áreas que continuam energizadas sem o conhecimento da concessionária;
- A qualidade da energia elétrica fornecida para os consumidores na rede ilhada pode estar fora do controle da concessionária;
- A coordenação da proteção contra sobrecorrente na rede ilhada pode deixar de operar satisfatoriamente devido à redução significativa das correntes de curto-circuito após a perda da conexão com a subestação da concessionária;
- Pode haver atrasos nos procedimentos de restabelecimento de energia elétrica, devido ao fato de o gerador distribuído permanecer energizado.

Embora haja inúmeros métodos de proteção anti-ilhamento, os relés baseados em medidas de frequência e de tensão são reconhecidos no mercado de energia como os mais eficazes para detecção de ilhamento, além de possuírem os menores custos de instalação e manutenção.

4.5 REQUISITOS DE QUALIDADE DE ENERGIA

Os requisitos de qualidade de energia estão todos especificados no Módulo 8 – Qualidade de Energia, do PRODIST. Porém, por simplicidade e para facilitar o projeto das instalações de mini e microgeração, a Celesc descreve os parâmetros técnicos exigidos para garantir a qualidade de energia. Para isso, segue abaixo, o que por ela é solicitado, através da Instrução Normativa em questão:

A distorção harmônica total de corrente deve ser inferior a 5%, na potência nominal da geração distribuída. Cada harmônica deve estar limitada conforme Tabela 4.4

Quando a tensão da rede sair da faixa de operação nominal, o sistema de geração deve interromper o fornecimento de energia à rede. Para o caso de geradores que utilizam inversores, conforme mostrado na Tabela 4.5 com os parâmetros designados.

4.6 REQUISITOS DO SISTEMA DE MEDIÇÃO DE ENERGIA

Todo o conjunto de equipamentos e adequações referentes ao padrão de entrada de energia é de responsabilidade do acessante. Ele deve conter a instalação de uma caixa com dispositivo para seccionamento visível (DSV) e estar em conformidade com o Anexo 3.

Cabe à concessionária, a instalação e fornecimento do medidor de energia. O mesmo possui medição em quatro quadrantes (bidirecional) e com as seguintes características técnicas.

Tabela 4.4 - Limite de distorção harmônica

Harmônicas ímpares	Limite de distorção
3° a 9°	< 4,0 %
11° a 15°	< 2,0 %
17° a 21°	< 1,5 %
23° a 33°	< 0,6 %
Harmônicas pares	Limite de distorção
2° a 8°	< 1,0 %
10° a 32°	< 0,5 %

Fonte: do autor, adaptada de [1]

Tabela 4.5 - Tempo de desligamento do gerador

Tensão no ponto de conexão comum (% em relação à Vnominal)	Tempo máximo de desligamento
$V < 80 \%$	0,4 s
$80 \% \leq V \leq 110 \%$	Regime normal de operação
$110 \% < V$	0,2 s

Fonte: do autor, adaptada de [1]

Medidor eletrônico multifunção com três postos tarifários, registro de energias e demandas em 4 quadrantes, tensões, correntes, fator de potência e frequência. Ainda deve possuir memória de massa de 16 canais com grandezas e períodos de integração configuráveis, frequência nominal de 60 Hz, porta para comunicação remota. Todas as especificações e características devem estar em conformidade às normas ABNT NBR 14519, 14520 e 14521 e aos regulamentos técnicos metrológicos do INMETRO em vigor referentes à medidores eletrônicos de energia elétrica.

5 SISTEMA INTERLIGADO NACIONAL – SIN

O SIN é formado por quase todas as regiões do país, com exceção da região Norte, em função da grande densidade de florestas e vegetação, dificultando a construção de estruturas para linhas de transmissão de energia elétrica. Conforme Figura 5.1, vemos a evolução e também a participação de cada fonte geradora no cenário energético nacional.

Importante salientar que essa predominância hídrica acontece devido ao privilégio climático em que nosso país se encontra e que em função da sazonalidade e períodos de seca, não devem ser vistos como fonte básica de geração de energia.

Toda a rede de transmissão é operada pelo ONS (Operador Nacional do Sistema), que é responsável pela coordenação e controle, realizada pelas companhias geradoras e transmissoras, sob a fiscalização e regulação da ANEEL. Entre os inúmeros benefícios deste sistema integrado, está a possibilidade de troca de energia entre regiões. Como os períodos de estiagem de certa região podem corresponder ao período chuvoso da outra, permitindo, com isso, a “estocagem de energia elétrica” represado sob forma de água. Esta troca ocorre entre todas as regiões pertencentes ao SIN.

Tabela 5.1 - Evolução da Matriz Energética

MW / %	2009		2014		Crescimento 2009 - 2014		Estimativa Preliminar PDE 2019
Hidráulica(*)	83.877	81,0%	92.582	71,1%	8.704	10,4%	116.699
Nuclear	2.007	1,9%	2.007	1,5%	-	0,0%	3.412
Gás/GNL	9.053	8,7%	12.248	9,4%	3.195	35,3%	12.248
Carvão	1.415	1,4%	3.205	2,5%	1.790	126,5%	3.205
Biomassa(**)	3.953	3,8%	7.229	5,5%	3.276	82,9%	(***)
Óleo	2.637	2,5%	9.922	7,6%	7.285	276,3%	10.013
Solar	656	0,6%	3.101	2,4%	2.445	372,7%	6.041
Total	103.598	100,0%	130.294	100,0%	26.695	25,8%	167.078

(*) Considera a participação da UHE Itaipu e PCHs; (**) inclui PCHs
 (***) PDE 2019 – Biomassa + PCH/PCT → 15.460 MW

Fonte: <http://www.nuca.ie.ufrj.br/gesel/apresentacoes/01.pdf>

Esse modelo de sistema se caracteriza, pelo processo constante de expansão, o que permite a conexão de novos pontos de geração quanto à integração de novas regiões. Entretanto, conforme citado anteriormente, a região Norte, em função das características geográficas não pode ser interligada ao SIN. Para resolver a questão energética, são utilizados os Sistemas Isolados formados basicamente por usinas térmicas movidas a óleo diesel e óleo combustível, porém também engloba esse sistema as Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH),

Centrais Geradoras Hidrelétricas e também termelétricas movidas por biomassa. Segundo dados da ANEEL, em 2008, respondiam por apenas 3,4% da energia produzida no país. Conforme Figura 5.2, vemos um mapa da interligação da matriz energética nacional.

5.1 EXPANSÃO DA REDE DE TRANSMISSÃO

A tendência é que ao longo do tempo, os sistemas isolados (geração na região Norte) gradualmente sejam integrados ao SIN. Esse movimento contribui para a redução dos custos de manutenção e instalação das linhas de transmissão.

O PAR - Plano de Ampliações e Reforços é elaborado anualmente pelo ONS – com a participação dos agentes de transmissão, geração, distribuição e consumidores livres conectados à rede básica, levando em conta às propostas de novas obras, as solicitações de acesso, as variações nas previsões de carga, os atrasos na implantação de instalações de geração e transmissão, bem como as informações oriundas do planejamento e da programação da operação elétrica e energética e da operação em tempo real. Todos os documentos e informações deles contidos podem ser vistos acessando o endereço eletrônico: http://www.ons.org.br/plano_ampliacao/plano_ampliacao.aspx.

Já a ANEEL, possui o BIG (Banco de Informações de Geração) [7], criado para divulgar, "on-line", uma série de dados que a Agência reúne sobre o parque gerador brasileiro. A sua criação faz parte de um programa da ANEEL que visa universalizar e uniformizar as informações, dando pleno conhecimento aos agentes do mercado, investidores estrangeiros e nacionais, autoridades governamentais, bem como a sociedade em geral sobre a geração de energia elétrica no Brasil.

Figura 5.1 - Capacidade de Geração de Energia

Matriz de Energia Elétrica

Empreendimentos em Operação							
Tipo		Capacidade Instalada			Total		
		N.º de Usinas	(kW)	%	N.º de Usinas	(kW)	%
Hidro		1.065	84.800.741	64,14	1.065	84.800.741	64,14
Gás	Natural	111	12.176.605	9,21	150	13.860.268	10,48
	Processo	39	1.683.663	1,27			
Petróleo	Óleo Diesel	1.015	3.479.990	2,63	1.049	7.730.637	5,85
	Óleo Residual	34	4.250.647	3,22			
Biomassa	Bagaço de Cana	369	8.792.812	6,65	456	10.529.090	7,96
	Licor Negro	14	1.246.222	0,94			
	Madeira	45	379.235	0,29			
	Biogás	19	74.388	0,06			
	Casca de Arroz	9	36.433	0,03			
Nuclear		2	2.007.000	1,52	2	2.007.000	1,52
Carvão Mineral	Carvão Mineral	12	3.024.465	2,29	12	3.024.465	2,29
Eólica		94	2.074.541	1,57	94	2.074.541	1,57
Importação	Paraguai		5.650.000	5,46		8.170.000	6,18
	Argentina		2.250.000	2,17			
	Venezuela		200.000	0,19			
	Uruguai		70.000	0,07			
Total		2.843	132.208.702	100	2.843	132.208.702	100

Fonte: [7]

Figura 5.2 - Sistema Interligado Nacional



Fonte: HORIZONTE (2007-2009)

5.2 SISTEMA DE COMPENSAÇÃO DE ENERGIA

Consiste na medição do fluxo de energia em uma unidade consumidora na qual possui uma mini ou microgeração através de medidores bidirecionais. Conhecido também por *netmetering* resulta no faturamento da unidade geradora conectada à rede, calculando diferença entre a quantidade de energia consumida e a quantidade gerada. No modelo mais simples e mais adotado não há armazenamento da energia gerada e a medição líquida da energia aponta para três situações:

- Quantidade de energia gerada menor que a quantidade de energia consumida: o valor a ser faturado corresponde à energia consumida descontada da energia gerada.
- Quantidade de energia gerada igual à quantidade de energia consumida: não há faturamento na unidade geradora conectada à rede ou, apenas o pagamento de um valor mínimo, estipulado em regulamentação específica.
- Quantidade de energia gerada maior que a quantidade de energia consumida: a diferença é injetada na rede da distribuidora e gera créditos para compensação na fatura de energia elétrica em meses subsequentes.

Se a geração for maior que a carga, o consumidor receberá um crédito em energia (isto é, em kWh e não em dinheiro) na próxima fatura. Caso contrário, ele pagará apenas a diferença entre a energia consumida e a gerada, mantido apenas o custo de disponibilidade. Os créditos terão prazo de validade de 12 meses.

De acordo com [17], esse sistema de compensação é mais efetivo onde a tarifa da energia elétrica paga pelo consumidor é alta. Deve haver uma paridade tarifária para tornar o *netmetering* um instrumento de incentivo viável, isto é, o custo da geração de energia pelo microgerador deve ser competitivo frente à tarifa da energia convencional que está sendo paga no ponto de consumo.

5.3 MEDIÇÃO

Medidores eletrônicos de energia elétrica já são aplicados em subestações, pontos de conexão de fronteiras também em grandes unidades consumidoras. A partir da inovação em tecnologias de informação e recentes técnicas de comunicação de dados, além de diversas vantagens apresentadas, medidores eletrônicos têm sido instalados também em unidades consumidoras atendidas em baixa tensão.

Os novos medidores envolvem funcionalidades relacionadas ao consumo, demanda, qualidade da energia elétrica e tarifação. A medição eletrônica ainda pode ser usada contra furtos e fraudes, operações remotas e outras possibilidades. De modo mais amplo, pode-se

pensar em medição inteligente, também conhecida como *smart metering*, que consiste em um conjunto composto pelo medidor eletrônico e por um sistema com transmissão remota e com disponibilização de dados processados aos consumidores e aos demais agentes. Na Figura 5.3, é apresentado um exemplo de medidor eletrônico bidirecional comercial.

A medição eletrônica possui diversas vantagens em sua aplicação. Para a ANEEL, a implantação de sistemas com medidores eletrônicos em baixa tensão representa a possibilidade de aprimoramento no processo de fiscalização. Tais sistemas propiciam redução da assimetria de informações à medida que facilitam a auditoria dos dados, principalmente na apuração dos indicadores de qualidade e faturamento. Os novos sistemas de medição ainda favorecem a operação e o planejamento da rede, fornecendo informações mais detalhadas sobre a demanda e as condições do sistema elétrico, além de proporcionar a integração da geração distribuída e detecção de perdas.

Caso o MUSD contratado no ponto de conexão entre distribuidoras seja inferior a 1 (um) MW, o sistema de medição pode ter as mesmas especificações do sistema de medição do consumidor cativo conectado ao Grupo A, e, quando necessário, medir a inversão do fluxo de potência [2]

No Brasil, diante dos benefícios apresentados pelos sistemas de medição eletrônica, algumas distribuidoras estão ampliando o emprego dessa tecnologia em baixa tensão, porém ainda de forma tímida quando comparada a outros países. Entretanto, em diversos países já existe a aplicação da tecnologia em grande escala, com plena implantação de medidores eletrônicos para todos os tipos de unidades consumidoras.

5.4 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Um medidor pode ser equipado basicamente com um registrador e um display no qual o consumo acumulado pode ser lido. Ele também pode gravar na memória o consumo atual e anterior, para posterior recuperação. Leituras armazenadas em uma memória são registradas com a data e hora em que a leitura foi tomada. Estas leituras podem assumir a forma de consumo acumulado ou da própria energia consumida no intervalo entre as leituras especificadas.

Assim, com relação ao próprio instrumento de medição, inicialmente deve-se definir quais são as grandezas elétricas que serão mensuradas. Diante dessa definição, torna-se necessária a fixação do intervalo de tempo em que as grandezas serão medidas (amostragem de dados) e a capacidade de armazenamento do medidor (quantidade de dias ou meses que os dados permanecerão disponíveis localmente sem que ocorra a saturação da memória).

Figura 5.3 - Exemplo de medidor bidirecional



Fonte: <http://energiainteligenteufjf.com/tag/smart-grid/>

6 ASPECTOS TARIFÁRIOS E TRIBUTÁRIOS

O sistema elétrico brasileiro apresenta características de monopólio natural, ou seja, os investimentos necessários para o ingresso no mercado de geração, transmissão e distribuição de energia são elevados, assegurando pouca competição nesse segmento. Esse foi um dos motivos que levaram a criação em 1996 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) por meio da Lei nº 9.427/96, sendo sua principal atribuição a fiscalização e regulação da geração, transmissão e distribuição de energia elétrica no país.

Embora a agência reguladora tenha sido criada em 1996, algumas mudanças legislativas que antecederam sua criação contribuíram para o aumento da competitividade no setor elétrico, principalmente a partir da Lei nº 8631/93.

Antes da publicação da Lei, as tarifas homologadas eram únicas para todas as concessões, desse modo não havia incentivos econômicos para as concessões buscarem eficiência no serviço prestado. Após a publicação da Lei, a homologação da tarifa passou a ser individual para cada concessão, levando em consideração a estrutura de custos de cada concessionária.

A homologação da tarifa de energia para cada concessionária é estabelecida a partir da composição dos custos da mesma, assegurando o equilíbrio-financeiro de cada concessão. Com a Lei nº 8987/95, determinou que a tarifa fosse fixada por concessionária (tarifa pelo preço e não mais pelo custo do serviço), dando início à regulação por incentivos, onde as distribuidoras são incentivadas a se tornarem mais eficientes. As revisões tarifárias passaram, então, a considerar as características de cada área de concessão, tais como o número de consumidores, a densidade do mercado, os quilômetros da rede de distribuição de cada empresa e o custo da energia comprada pelas distribuidoras. Além da tarifa, os impostos e as taxas de iluminação pública também não são iguais em todos os estados e municípios.

A receita de uma distribuidora de energia elétrica no país é composta de duas parcelas. A parcela A refere-se aos custos não gerenciáveis, ou seja, os custos que independem das decisões das concessionárias. A composição dessa parcela é formada basicamente de encargos setoriais, encargos de transmissão e custos com aquisição de energia elétrica. Já a parcela B, refere-se aos custos gerenciáveis, ou seja, custos diretamente gerenciados pelas concessionárias. Entre eles estão o custo operacional, a remuneração de ativos e a remuneração dos investimentos realizados. Na Figura 6.1 mostra um resumo dos custos referentes a cada parcela.

Figura 6.1 - Tabela da Composição Tarifária no Brasil

TUSD	PARCELA A	TUSD - FIO - A	TUST Rede Básica TUST Rede Fronteira TUST Custo Uso de Sistemas de Transmissão Uso da rede de distribuição de outras concessionárias
		TUSD Perdas Técnicas TUSD Perdas Não Técnicas	Perdas Técnicas Perdas Elétricas Perdas Não-Técnicas
		TUSD - Encargos	Cotas da Reserva Global de Reversão (RGR) Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) Taxa de Fiscalização de Energia Elétrica (TFSEE) Contribuição ao ONS
		TUSD - CCC	Conta de Consumo de Combustíveis Fosseis (CCC)
		TUSD - CDE	Conta de Desenvolvimento Energético (CDE)
		TUSD - PROINFA	Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa)
		PARCELA B	TUSD - FIO - B
	TE	Custo de aquisição da energia elétrica Perdas Elétricas na Rede Básica Custos ITAIPU Encargos de Serviços do Sistema (ESS) P&D, Eficiência Energética e TFSSE	

Fonte: [11]

6.1 PARCELA A – CUSTOS NÃO GERENCIÁVEIS

A Parcela A refere-se aos custos não gerenciáveis, ou seja, os custos que independem das decisões das concessionárias. A composição dessa parcela é composta basicamente de encargos setoriais, encargos de transmissão e custos com aquisição de energia elétrica, conforme descrito abaixo:

6.1.1 Encargos Setoriais

Os encargos setoriais são legalmente fixados pelo governo federal e, de maneira geral, se propõem a subsidiar as iniciativas do Estado no setor elétrico. A Taxa de Fiscalização de Serviços de Energia Elétrica (TFSEE) foi instituída por meio da Lei nº 9.427/96, com o objetivo de financiar os custos operacionais das atividades da ANEEL. A alíquota desse encargo é definida anualmente pela própria agência reguladora.

Os encargos referentes a Pesquisa e Desenvolvimento Energético (P&D) foram instituídos por meio da Lei nº 9.991/00, a qual estabelece que as concessionárias do setor elétrico devem aplicar anualmente 0,75% e 0,25%, respectivamente, de sua receita operacional líquida em projetos de pesquisa e desenvolvimento e programas de eficiência energética. Para cobrir os gastos operacionais do Operador Nacional do Sistema (ONS) foi instituída uma contribuição obrigatória para as concessionárias, através do Decreto nº 5.081/04.

A Conta de Desenvolvimento Energético (CDE) foi criada por meio da Lei nº 10.438/02 com a finalidade de promover a diversificação da matriz energética brasileira, principalmente a partir de fontes renováveis. Outra finalidade do referido encargo é expandir a rede de atendimento em todo o território nacional.

O Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA) foi instituído por meio do Decreto nº 5.025/04 para aumentar a participação da energia produzida por empreendimentos concebidos com base em fontes eólicas, biomassa e PCH (Pequenas Centrais Hidrelétricas) integrados ao Sistema Elétrico Interligado Nacional (SIN).

Finalmente, os Encargos de Serviço do Sistema (ESS), criados pelo Decreto nº 5.163/04, tem o objetivo de manter a segurança, a confiabilidade e a estabilidade no atendimento do consumo de energia elétrica no Brasil.

6.1.2 Encargos de Transmissão

Para levarem a energia das usinas elétricas até o consumidor, as distribuidoras pagam uma tarifa às Transmissoras referente ao uso da Rede Básica de transmissão (Sistema Interligado Nacional de linhas de transmissão de energia elétrica com tensão igual ou superior a 230kV). A cobrança também é feita para empresas de geração e clientes de alta tensão.

Os encargos com uso de sistema de conexão referem-se aos valores pagos pelas distribuidoras que não integram a Rede Básica, enquanto que os encargos com uso de distribuição referem-se aos valores devido ao uso da rede de distribuição de outra concessionária.

6.1.3 Compra de Energia Elétrica

Referem-se ao custo da distribuidora com a aquisição da energia elétrica necessária para atender a área de concessão. Esse item engloba gastos com Suprimento, Perdas Técnicas e Perdas Não-Técnicas. A compra de energia elétrica para revenda por parte das concessionárias pode ser realizada através de diversos meios, como contratos bilaterais entre distribuidoras, contrato de leilões, contratos de ITAIPU e Contratos de Comercialização de Energia no Ambiente Regulado.

6.2 PARCELA B – CUSTOS GERENCIÁVEIS

A Parcela B, refere-se aos custos gerenciáveis, ou seja, custos diretamente gerenciados pelas concessionárias. Entre eles estão o custo operacional, a remuneração de ativos e a remuneração dos investimentos realizados.

A taxa de remuneração dos ativos no setor elétrico brasileiro é regulada pela ANEEL, a partir da adoção de metodologia própria para o estabelecimento de uma taxa de remuneração adequada do capital investido pelas concessionárias. Essa taxa de retorno é definida pela ANEEL periodicamente, por meio do ciclo de revisão tarifária.

Outro componente da Parcela B são as Quotas de Reintegração, compostas por valores referentes à amortização e depreciação dos investimentos realizados pela concessionária. O principal componente dos custos gerenciáveis são justamente operacionais, pois estão ligados a atividade fim da concessionária. Esses também são regulados, a partir da comparação com os custos de uma empresa referência, para evitar que sejam declarados irrealistas.

Uma vez apresentados os componentes da receita de uma concessionária de energia, levado em consideração pela ANEEL para a homologação de uma tarifa que assegure o equilíbrio econômico-financeiro convém analisar a composição da tarifa homologada pela agência reguladora. De maneira geral, a tarifa aplicada aos consumidores de energia elétrica pode ser dividida em dois grandes componentes: a Tarifa de Energia (TE) e a Tarifa de Uso do Sistema do Sistema de Distribuição (TUSD). Cabe destacar que a TE e a TUSD, evidenciadas na Figura 6.1 são aquelas referentes aos consumidores cativos, sendo que os referidos componentes apresentam diferenças para livres.

A TUSD é a tarifa rateada e paga pelos usuários atendidos pelas distribuidoras de energia, como por exemplo, clientes residenciais, comerciais e rurais. Cada componente da TUSD destina-se a cobrir componentes específicos da receita requerida da concessionária. A Tarifa de Energia se aplica a energia adquirida pelas distribuidoras para atender os consumidores cativos de alta e baixa tensão. Seus principais componentes são o custo de aquisição da energia e as perdas na Rede Básica. Cabe ainda salientar que os valores

referentes à P&D, Eficiência Energética e TFSSE, por estarem vinculados a receita da concessionária, estão alocados na TUSD e TE.

7 EXEMPLO PRÁTICO DE APLICAÇÃO DA NORMATIVA MINIGERAÇÃO CELESC

O presente capítulo tem por objetivo mostrar e descrever uma situação prática na qual foi instalado um sistema de microgeração distribuída, enfoque principal do trabalho desenvolvido. Por ter sido regulamentada em 17 de abril de 2012 (RN Aneel 482) e a Celesc concluir respectiva normativa ao final de 2012, ainda não há uma grande procura por Solicitação de Acesso (primeira etapa do processo de viabilização). Primeiramente, foi enviado um protocolo por parte do acessante, ratificando o seu interesse em ingressar no sistema de compensação de energia, contendo os dados básicos referente à instalação desejada. Juntamente com esse documento, foi enviado também todo o memorial descritivo, contendo todas as especificações dos equipamentos à serem utilizados na composição do sistema de microgeração e também a ART, documento do profissional que garante a responsabilidade técnica da solução. Em um segundo momento, após a análise da Celesc, a mesma envia um parecer técnico de acesso a rede de distribuição em baixa tensão, reiterando os dados do sistema de microgeração enviado. Anexo ao parecer, envia-se um acordo operativo. Trata-se de contrato no qual são descritos os direitos e deveres de cada parte envolvida no processo. Na última etapa, foi feita a solicitação de vistoria que consiste na inspeção de conformidade técnica dos equipamentos e instalação de microgeração.

7.1 SISTEMA FOTOVOLTAICO RESIDENCIAL

O sistema fotovoltaico foi instalado na residência localizada na Rua Joaquim Nabuco,331 – Bairro Velha – Blumenau/SC de propriedade do senhor Rene Alfonso Reiter. Entretanto, todos os dados e informações necessárias para o desenvolvimento foram enviados através do senhor Renan Diego de Oliveira Reiter.

Figura 7.1 - Painéis fotovoltaicos do estudo de caso



7.1.1 COMPOSIÇÃO DO SISTEMA DESENVOLVIDO

A estrutura composta de 14 módulos fotovoltaicos da marca *Kyocera* modelo *KD135* conectados em série resultando em uma capacidade de 1,89 kW de geração, um inversor da marca *SMA Solar Technology* modelo *Sunny Boy 1700* com potência nominal de 1,7 kW. Para a proteção do sistema, colocou-se um dispositivo de seccionamento visível (DSV) da fabricante *Holec Indústrias Elétrica LTDA* modelo *S32-63/4*, um disjuntor bipolar de 20 A da fabricante *Siemens* e também um dispositivo de proteção contra surto (DPS) da fabricante *Siemens* modelo *5SD7 481-0*. Além dos dispositivos citados, ainda compõem a solução, cabos e estrutura de fixação. Todos os itens são certificados e atendem as normas vigentes relacionadas à segurança (NBR 10 e 5410) além da normativa de microgeração da Celesc.

7.1.2 CARACTERÍSTICAS DOS PAINÉIS FOTOVOLTAICOS

Conforme catálogo do fabricante, os módulos da fabricante *Kyocera* possuem algumas características como:

- Eficiência de conversão das células é superior a 16%;
- As células são encapsuladas entre camadas de vidro temperado como cobertura, acetato de vinil etilênico e polivinil fluorídrico como fundo, para dar a máxima proteção contra as severas condições ambientais;

- O laminado resultante é encapsulado em uma moldura de alumínio anodizado que oferece uma estrutura mais rígida e de fácil instalação.

Figura 7.2 - Características Elétricas Painel Fotovoltaico Kyocera

Condições Padrões de Teste (*CPT)	
Máxima Potência	135 Watts
Tolerância	+5% / -5%
Voltagem de Máxima Potência	17.7 Volts
Corrente de Máxima Potência	7.63 Amps
Voltagem de Circuito Aberto	22.1 Volts
Corrente de Curto-Circuito	8.37 Amps
Voltagem Máxima do Sistema	600 Volts
Coeficiente de Temperatura da Corrente (Icc)	$(5.02 \times 10^{-3}) \text{ A}/^\circ\text{C}$
Coeficiente de Temperatura da Voltagem (Vca)	$(-8.0 \times 10^{-2}) \text{ V}/^\circ\text{C}$

*CPT: Irradiação de 1000W / m², Espectro de Massa de Ar 1.5 e Temperatura de Célula de 25°C.

Teste com 800W/m ² , TNOC, Espectro de Massa de ar 1.5	
Máxima Potência	95 Watts
Voltagem de Máxima Potência	15.7 Volts
Corrente de Máxima Potência	6.10 Amps
Voltagem de Circuito Aberto	20.0 Volts
Corrente de Curto-Circuito	6.79 Amps

*TNOC (Temperatura Nominal de Operação da Célula): 47.9°C

Fonte: [12]

7.1.3 CARACTERÍSTICAS DO INVERSOR

O inversor utilizado *Sunny Boy 1700* foi desenvolvido para trabalhar em sincronia com a rede elétrica, pois possui a tecnologia *grid-tie*. Essa tecnologia tem a característica de quando o mesmo é conectado ao sistema de distribuição, há a necessidade de sincronizar a sua frequência de operação com a rede da concessionária.

Além dessa importante característica, seu sistema de proteção há um mecanismo de “ilhamento”, garantindo que o sistema energize a rede quando o inversor for desligado, evitando acidentes com as pessoas responsáveis durante procedimentos de manutenção. Outras particularidades relacionadas à proteção do dispositivo são:

- Proteção contra inversão de polaridade:
- Interruptor-seccionador (ESS DC): como o próprio nome diz, ele engloba as duas funções, fazendo com que seja desnecessária a instalação de um interruptor ou disjuntor, facilitando a montagem do dispositivo, além de diminuir custos.

- Proteção contra curto circuito AC;
- Monitoramento de falha de aterramento;
- Monitoramento da rede elétrica (SMA Grid Guard);
- Isolamento Galvânico AC: O isolamento galvânico é um princípio onde evita o fluxo de corrente, não existindo caminhos de condução metálicos. Ela é usada quando dois ou mais circuitos devem se conectar, mas seus terras devem estar em potenciais diferentes.

Figura 7.3 - Inversor Sunny Boy 1700



Fonte: [13]

Importante salientar que a redundância de proteções do próprio inversor, tem como ponto chave a proteção do sistema no caso de falha de quaisquer outras proteções existente, tornando a solução extremamente segura.

7.1.4 CARACTERÍSTICAS DO MEDIDOR

Para realizar a medição de energia, será utilizado um medidor eletrônico modelo E34A da fabricante *LandisGyr*. Ele é um medidor utilizado para ligação monofásica, bifásica ou trifásica. Possui características que auxiliam na identificação de irregularidades na instalação, combate a perdas comerciais e recuperação de receita da concessionária. O medidor E34A pode contar com interfaces de comunicação que viabilizam a troca de dados remotamente, consequentemente, uma melhoria nas operações da concessionária e informações ao consumidor de energia. Ele está em conformidade com as normas IECs 62052-11, 62053-21,

62053-23; NBRs 14519, 14520 e 14522. Ele mede a energia ativa e reativa (indutiva e capacitiva), a demanda ativa e também os valores instantâneos de corrente, tensão e fator de potência. Pode trabalhar em 120 e 240 Volts e grande amplitude de temperatura de operação que vai de -10°C até 70°C.

Figura 7.4 - Medidor Bidirecional *LandysGyr*



Fonte: [8]

Além das características citadas acima, o medidor ainda possui:

- Mostrador LCD parametrizável;
- LEDs independentes para calibração de energia ativa e reativa;
- Auto range;
- Registro de eventos;
- Demanda programável;
- Monitoramento da tensão de alimentação;
- Porta óptica de comunicação;
- Mecânica resistente a choques mecânicos e raios ultravioleta.

7.2 ETAPAS DE VIABILIZAÇÃO DO ACESSO

Conforme a Resolução Normativa 482/2012 da ANEEL, as concessionárias de energia deverão estabelecer norma técnica estabelecendo os procedimentos administrativos e técnicos

com seus respectivos prazos, para a micro e minigeração. A Celesc Distribuição elaborou normativa, conforme a RN 482/2012, RN 414/2010 e módulos do PRODIST.

O processo de conexão tem como ponto inicial a Solicitação de Acesso, contendo os seguintes documentos:

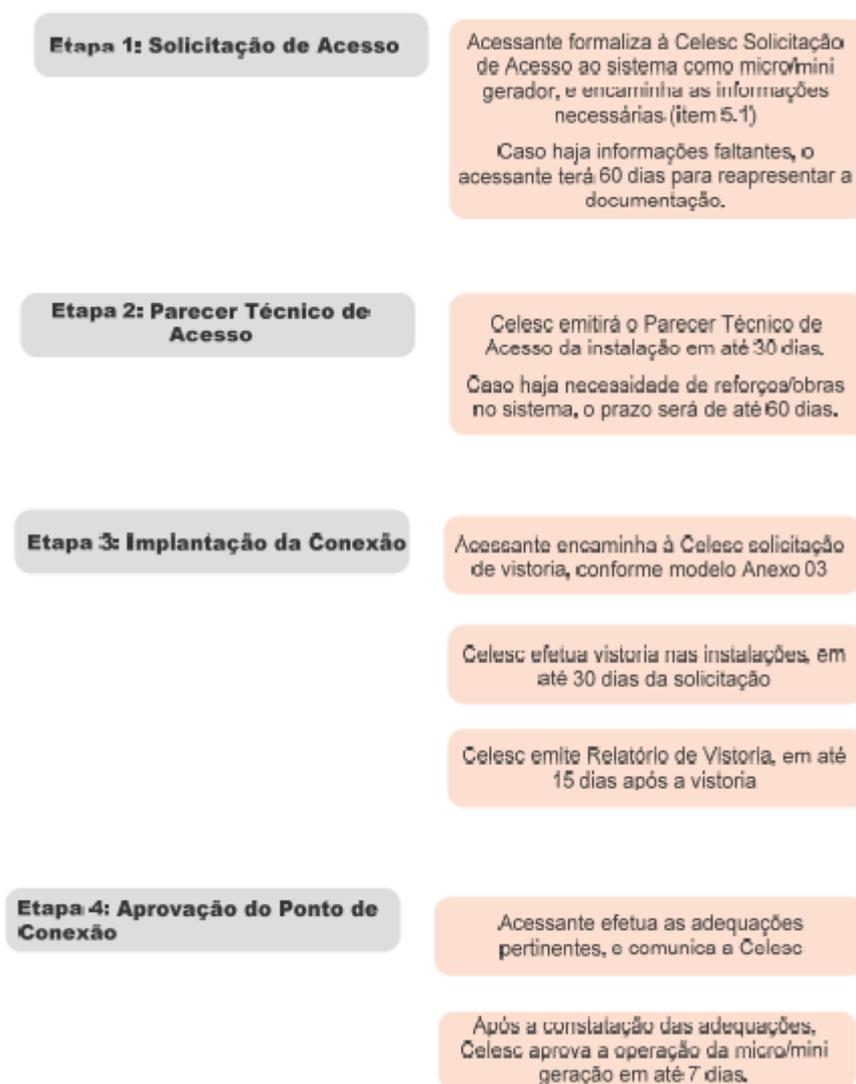
- Formulário de Solicitação de Acesso: Carta formalizando o pedido para ingressar na modalidade de mini ou microgeração com a Celesc. Nela, contém os dados da instalação como titular da unidade consumidora, tipo de geração, potência instalada (ver Anexo 03);
- Memorial Descritivo da instalação: Documento contendo todas as informações técnicas necessárias para o bom entendimento do sistema instalado (características do inversor utilizado, dispositivos de proteção), além de informações relacionadas à segurança (sinalização através de placas indicativas). Mais detalhes podem ser vistos no Anexo 04;
- Diagrama Unifilar da instalação: Desenho técnico onde mostra todas as ligações elétricas (ver Anexo 05);

Com os dados enviados pelo acessante, a Celesc envia o Parecer Técnico de Acesso onde contém os seguintes documentos:

- Aditivo do contrato de sua unidade consumidora (Contrato de Uso do Sistema de Distribuição – CUSD): Documento que formaliza as regras de faturamento do sistema de compensação (ver Anexo 06);
- Acordo operativo ou acordo de relacionamento operacional: Documento no qual visa regularizar as responsabilidades técnicas entre o acessante e a Celesc;

Com o êxito na entrega dos documentos solicitados, o acessante solicitou o pedido de vistoria de seu sistema de microgeração. Até o presente momento, a instalação descrita está efetuando as alterações técnicas exigidas pela Celesc. Os prazos limites para a tramitação de documentos para cada etapa, seguem conforme Figura 7.5.

Figura 7.5 - Fluxograma das Etapas de Viabilização do Acesso



Fonte: [3]

8 CONSEQUÊNCIAS DA MICROGERAÇÃO

A implementação e aumento do incentivo nos sistemas de micro e mini geração, faz com que algumas vantagens sejam ponderadas:

- Redução da emissão de carbono, utilizando fontes de energia renováveis ao invés de combustíveis fósseis, ajudando a combater os efeitos da mudança climática;
- Utilizar fontes de energia renováveis não esgota os recursos naturais da Terra;
- Usa recursos livremente disponíveis, tais como o vento e o Sol e os custos de energia de modo geral podem ser reduzidos brutalmente;
- O consumidor final provavelmente será menos afetado por flutuações de preços de energia;
- Promove a diversidade em um mercado de energia competitivo, uma vez que há menos dependência de grandes empresas de energia, garantindo que a energia acessível está disponível para todos, incentivando os usuários a pensar e usar a sua própria energia e educar outras pessoas;
- No Brasil, o investimento em um sistema básico de placas fotovoltaicas tem seu retorno em aproximadamente 6 anos, tendo uma vida útil de 30 anos, ou seja, após o período de amortização o utilizador não terá nenhum custo de energia.
- Para que esta tendência se solidifique e tome um rumo sustentável no País, precisamos de políticas públicas claras, firmes e estáveis, além de uma abordagem de longo prazo para apoiar de forma transparente a microgeração e o desenvolvimento de novas tecnologias.

Além das vantagens citadas acima, a implementação da tecnologia *smart grid* e o investimento em energia, fazem com que o tema em questão seja um grande começo para novos mercados.

8.1 SMART GRID

Conseguir uma eficiência maior das redes é algo que se torna cada vez mais necessário o que traz também um grande desafio, implementar uma tecnologia que supra a necessidade dos consumidores aumentando a confiabilidade do sistema de transmissão e distribuição de energia, além de integrar ao sistema novas fontes de energia limpa.

O conceito de rede inteligente (*smart grid*, em inglês) constitui a infraestrutura que integra equipamentos e redes de comunicação de dados ao sistema de fornecimento de energia elétrica. Tem como principal objetivo aumentar a eficiência da distribuição, melhorar a qualidade da energia fornecida aos consumidores finais, além de reduzir perdas no fornecimento e os custos operacionais. Para tal objetivo, é necessária a implantação de sensores (para medição ou

monitoramento), equipamentos de telecomunicações e também de capacidade de processamento de dados nos ativos de energia.

Algumas das possíveis aplicações da tecnologia em questão são :

- Medição eletrônica nas residências, com isso, possibilitando o uso de tarifas diferenciadas, como a pré-paga, com planos adequados conforme a realidade de consumo, com custos que variam ao longo do ano e do dia;
- Possibilidade de sincronizar determinados eletrodomésticos conforme o posto tarifário, diminuindo o consumo de energia e aumentando a eficiência da unidade consumidora;
- Geração de energia para consumo próprio (minigeração ou microgeração), diminuindo custos de investimento pela Concessionária em geração e distribuição, podendo assim, obterem-se tarifas mais baixas para o consumidor final.

Smart Grid, portanto, é mais do que uma tecnologia específica para solucionar os problemas da atual matriz energética ou tentar transformar a vida dos usuários. Trata-se de um conceito abrangente fazendo uso de diversas tecnologias para controlar através de automação e comunicações toda a rede elétrica, o que propicia uma infraestrutura mais integrada entre geração, transmissão e distribuição de energia [16]

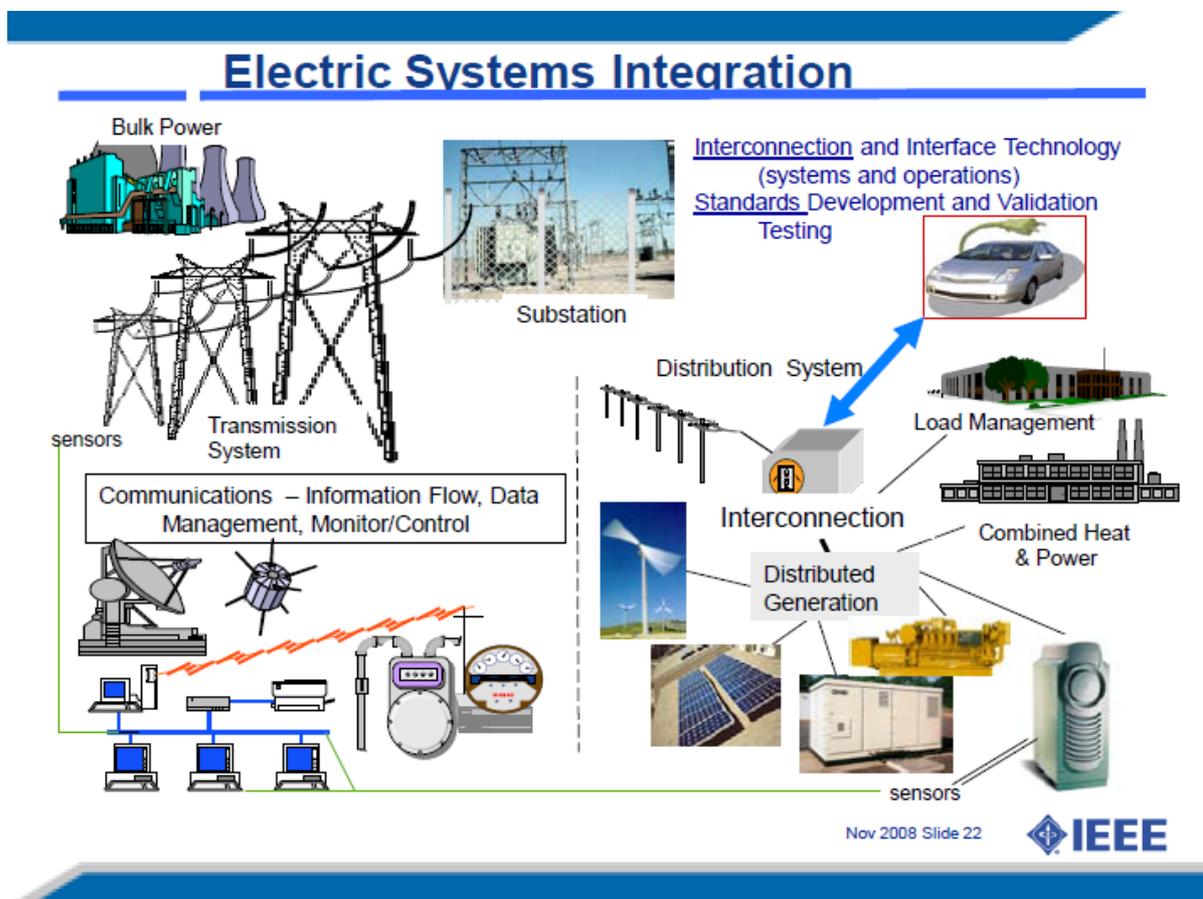
Segundo [15] , algumas das características geralmente atribuídas à *Smart Grid* são:

- Auto recuperação: capacidade de automaticamente detectar, analisar, responder e restaurar falhas na rede;
- Fortalecimento dos Consumidores: habilidade de incluir os equipamentos e comportamento dos consumidores nos processos de planejamento e operação da rede;
- Qualidade de Energia: prover energia com a qualidade exigida pela sociedade digital;
- Acomodar uma grande variedade de fontes e demandas: capacidade de integrar de forma transparente variedade de fontes de energia de várias dimensões e tecnologia;
- Reduzir o impacto ambiental do sistema produtor de eletricidade, reduzindo perdas e utilizando fontes de baixo impacto ambiental;
- Resposta da demanda mediante a atuação remota em dispositivos dos consumidores;
- Viabilizar e beneficiar-se de mercados competitivos de energia, favorecendo o mercado varejista e a microgeração.

A integração dos diversos sistemas poderá tornar melhor a gestão no que tange os investimentos a serem feitos nas áreas envolvidas (tecnologia da informação, geração e distribuição de energia), além de trazer inúmeros benefícios diretos e indiretos para toda a

população. Além disso, a regulamentação de leis e diretrizes para a microgeração torna-se um passo importante na utilização da tecnologia *Smart Grid*.

Figura 8.1 - Integração dos sistemas através do Smart Grid



Fonte: [14]

8.1.1 IMPLEMENTAÇÃO DA TECNOLOGIA SMART GRID

A transformação da rede de energia elétrica atual para a tecnologia em questão deverá acontecer de forma gradativa: novas tecnologias de automação, computação e sistemas de comunicações serão introduzidas em partes da rede, formando pequenas sub-redes com as características da *Smart Grid*. Na medida em que essas sub-redes aumentem em número e capacidade de atendimento, a rede elétrica como um todo será absorvida para uma rede dentro da nova visão.

Essa estrutura utiliza dispositivos conversores, baseados em eletrônica de potência, para conectar e controlar as diversas fontes de geração e armazenamento de energia, assim como cargas especiais. Utilizam, também, tecnologia avançada de medição eletrônica, sensores

distribuídos, comunicações digitais e computação, para a supervisão, controle da qualidade e confiabilidade do fornecimento de energia e otimização de custos e emissões.

A evolução do processo de implantação da Smart Grid deverá seguir os seguintes passos:

- Instalação da infraestrutura de dispositivos inteligentes;
- Instalação da infraestrutura de comunicações;
- Integração e interoperabilidade;
- Disponibilização de ferramentas analíticas;
- Otimização operativa.

A microgeração distribuída, por sua vez, poderá ampliar o mercado de fornecimento e a difusão da solução *Smart Grid*, aliviando o sistema como um todo, já que ela se encontra próxima das regiões de consumo. Com essa nova tecnologia empregada nas redes, será mais fácil a detecção de interrupções. As informações em tempo real possibilitarão o isolamento das áreas afetadas e o redirecionamento do fluxo de energia de forma a manter o maior número possível de consumidores atendidos, ajudando na prevenção de interrupção de fornecimento.

8.2 VANTAGENS DA MICROGERAÇÃO E PROJEÇÕES FUTURAS

Em pleno século 21, mais de 2,7 milhões de brasileiros ainda são prejudicados pela falta de energia elétrica em suas residências. Isso foi o que apontou o último Censo do IBGE, realizado em 2010 [19].

Para solucionar este problema, uma boa alternativa pode estar no investimento em fontes de microgeração e geração distribuída. Elas representam uma nova forma de aplicação de tecnologia em energia renovável. O atrativo principal do sistema é a integração com a matriz energética existente, além de reduzir perdas na rede de distribuição, pois o consumidor estará bem próximo a geração de energia. Entretanto, a regulação brasileira, até o presente momento, é limitante. Ela só lhe permite neste momento que você gere essa energia e use essa energia dentro do próprio local.

Segundo especialistas, em um prazo de 20 a 30 anos, a microgeração deverá ultrapassar a produção de energia tradicional. Será a opção primária do consumidor residência, comercial e industrial. Para o residencial, a microgeração garante o abastecimento. Já para o comercial, atende à necessidade de competitividade nos produtos. Para a indústria, é importante na questão dos custos e dos insumos no fomento fabril.

9 CONCLUSÃO

Diante da questão de sustentabilidade e também do crescimento exponencial na busca de energias alternativas (na maior parte solar e eólica), é essencial que o governo e também a iniciativa privada adotem políticas de inclusão das mesmas na matriz energética nacional.

A Resolução Normativa 482 da ANEEL estabelece as condições gerais de acesso de um sistema de microgeração e minigeração à rede de distribuição de energia elétrica, além de criar parâmetros para a regulação do sistema de compensação de energia elétrica. A mesma delega que a concessionária, tem a obrigação de determinar todos os critérios técnicos e os procedimentos que o interessado em instalar o sistema proposto deverá obedecer.

Os módulos PRODIST são um conjunto de documentos elaborados pela agência reguladora e que normatizam e padronizam as atividades técnicas relacionadas ao funcionamento e desempenho dos sistemas de distribuição. Em particular, no presente trabalho, foi dado ênfase ao Módulo 3 (Acesso ao Sistema de Distribuição) e ao Módulo 8 (Qualidade de Energia), uma vez que ambos abordam pontos importantes para sistemas de microgeração e minigeração.

Entretanto, na prática, no estado de Santa Catarina, quem acaba estabelecendo os requisitos mínimos necessários para a conexão de sistemas microgeração e minigeração é a Celesc Distribuição S.A., obedecendo as normas da ANEEL. A Instrução Normativa Minigeração mostra todos os passos necessários que o acessante deverá obedecer para incluir seu sistema de microgeração ou minigeração na rede de distribuição. Além da documentação que deverá ser enviada para a Celesc, a solução deverá obedecer uma série de critérios técnicos como: conexão, proteção e sincronia, garantindo assim, plena segurança nas instalações no caso de eventuais manutenções, além da qualidade do serviço e produto energia elétrica.

No presente trabalho, foi visto um exemplo prático de aplicação da RN ANEEL 482, que na Celesc Distribuição está sendo implementada segundo a normativa Minigeração, que apresenta todos os passos e procedimentos a serem realizados para a inclusão de um conjunto de painéis fotovoltaicos na rede de distribuição da Celesc. A planta fotovoltaica é constituída de 14 módulos com capacidade instalada de 1,89 kW, localizada na cidade de Blumenau/SC. O exemplo prático descrito ainda está em adequações técnicas, devido à não conformidades constatadas na primeira vistoria realizada.

Uma questão importante a ser abordada, é que como a RN ANEEL 482 foi regulamentada em abril de 2012 e a Instrução Normativa Minigeração Celesc no início de 2013, ainda é cedo para ver se os critérios técnicos, assim como o trâmite de documentos são suficientes e/ou eficientes para a solução. Junto ao que foi dito anteriormente, não pode-se ainda afirmar se os prazos são satisfatórios conforme a demanda de solicitações de acesso. É importante que a Celesc esteja atenta à todos estes fatores, garantindo que a Instrução Normativa seja de fato cumprida. A centralização das solicitações e das análises técnicas (todos

os pedidos são enviados para Florianópolis) fazem com o processo seja menos eficiente, em função da distância e comunicação de informações necessárias. Um sugestão de melhoria seria a capacitação dos técnicos em todas as agências regionais da Celesc ou ainda criar um sistema online para a realização dos procedimentos, análogo ao sistema PEP que análise de projetos elétricos em baixa e média tensão.

Como a solução de microgeração é recente no âmbito nacional, embora seja largamente utilizada em outros países com Alemanha e Portugal, o número de solicitações de acesso ainda é baixo, visto que a questão econômica (custos de equipamentos e tempo para retorno do investimento) ainda é um entrave para a microgeração ser atrativa e ser utilizada em larga escala. Entretanto, agentes do setor elétrico e também órgãos do governo, devem dar incentivos fiscais e investir na solução proposta, pois a microgeração deverá se tornar ponto fundamental na geração de energia elétrica.

REFERÊNCIAS

- [1] ANEEL. Resolução Normativa 482. Disponível em: < <http://www.aneel.gov.br/cedoc/bren2012482.pdf>>. Acesso em: mar. 2013.
- [2] Módulos PRODIST. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=82>>. Acesso em: março. 2013.
- [3] Celesc. Instrução Normativa mini/micro geração distribuída. Disponível em: < <http://novoportal.celesc.com.br/portal/index.php/normas-tecnicas/conexao-de-centrais-geradoras>>. Acesso em: 24 mar. 2013.
- [4] CAMARGO, IVAN. Proposta de regulação de geração distribuída de pequeno porte, conectada na rede de distribuição. São Paulo, 2011. Disponível em: < <http://www.abinee.org.br/informac/arquivos/5aneel.pdf>> Acesso em: 6 abr. 2013.
- [5] Atlas de Energia Elétrica do Brasil – Parte 1. Disponível em: < http://www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/livro_atlas.pdf>. Acesso em: 6 abr. 2013.
- [6] ONS. PAR – Plano de Ampliação e Reforços. Disponível em: <http://www.ons.org.br/plano_ampliacao/plano_ampliacao.aspx>. Acesso em: 20 abr. 2013.
- [7] ANEEL. BIG - Banco de Informações de Geração. Disponível em: < <http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=15>>. Acesso em: 20 abr. 2013.
- [8] LandysGyr. Disponível em: < <http://www.landisgyr.com.br/> >. Acesso em agosto 2013.
- [9] PITOMBO, Sergio O. Proteção Adaptativa Anti-Ilhamento de Geradores. Disponível em: < <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18154/tde-10082010-141050/pt-br.php> >. Acesso em setembro 2013.
- [10] GONÇALVES, Thiago G. de, Comunicação entre relés para proteção anti- ilhamento de geradores distribuídos. Disponível em: < http://www.labspot.ufsc.br/~jackie/eel7821/protecao_e_monitoramento.pdf >. Acesso em setembro 2013.
- [11] SILVA, Filipe G. Ramos da. Análise e levantamento da composição tarifária brasileira. Disponível em: http://www.americadosol.org/wp-content/uploads/2013/10/estudo_filipe_ramos.pdf >. Acesso em setembro 2013.
- [12] Kyocera Solar do Brasil. Catálogo Módulos Fotovoltaicos KD 135SX-UPU. Disponível em: < www.kyocerasolar.com.br/site/arquivos/produtos/68.pdf >. Acesso em setembro 2013.
- [13] SMA-Solar. Inversor Sunny Boy 1700. Disponível em: < <http://www.sma-solar.com/>>. Acesso em setembro 2013.
- [14] DEBLASIO, R.; TOM, C. Standards for the Smart Grid. IEEE Energy 2030, Estados Unidos, Georgia, nov. 2008.
- [15] FALCÃO, D. M. Integração de Tecnologias para Viabilização da Smart Grid. In: III Simpósio Brasileiro de Sistemas Elétricos, 2010, Belém. SBSE 2010. 2010, v. 1.
- [16] U.S. Department of Energy, “Smart Grid System Report”. Disponível em:http://www.oe.energy.gov/DocumentsandMedia/SGSRMain_090707_lowres.pdf. Acesso em agosto 2013.

- [17] GOETZBERGER, A.; HOFFMANN, V. U. Photovoltaic Solar Energy Generation. Berlin: Springer Link, 2005.
- [18] Portal Ambiente Legal. Disponível em: <<http://www.ambientelegal.com.br/a-regulacao-da-microgeracao-e-minigeracao-de-energia-no-brasil>>. Acesso em outubro 2013.
- [19] Web Radio Agua. Disponível em: <<http://webradioagua.org/index.php/agua-e-ciencia/item/1348-microgera%C3%A7%C3%A3o-pode-ser-caminho-para-solucionar-os-problemas-de-falta-de-energia-no-brasil>>. Acesso em novembro 2013.

**ANEXO 1 – FORMULÁRIO DE SOLICITAÇÃO DE ACESSO À REDE DE DISTRIBUIÇÃO
CELESC**

_____ de _____ de 20__

À Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A. - Celesc
Agência Regional de (nome da Agência)
Divisão Comercial
(nome da cidade) - SC

Prezado Senhor,

Vimos formatizar a Solicitação de Acesso ao Sistema Elétrico da Celesc Distribuição, na modalidade de micro/mini gerador de energia elétrica, participante do SCE – Sistema de Compensação de Energia Elétrica, nos termos da Resolução ANEEL nº 482 de 17 de abril de 2012.

Dados da instalação:

- Titular da Unidade Consumidora: _____
- Telefone/Email de Contato: _____
- Endereço da Unidade Consumidora: _____
- Número da Unidade Consumidora (*): _____
- Demais Unidade(s) Consumidora(s) para Compensação de Energia (**): _____
Obs.: Devem possuir mesmo CPF ou CNPJ
- Tipo de Gerador (Eólico/Solar/Hidráulico/Térmico): _____
- Potência Instalada (kW): _____ (refere-se à máxima potência – kW pico)
- Empresa Instaladora: _____
- Responsável Técnico (Nome/Telefone/Email): _____

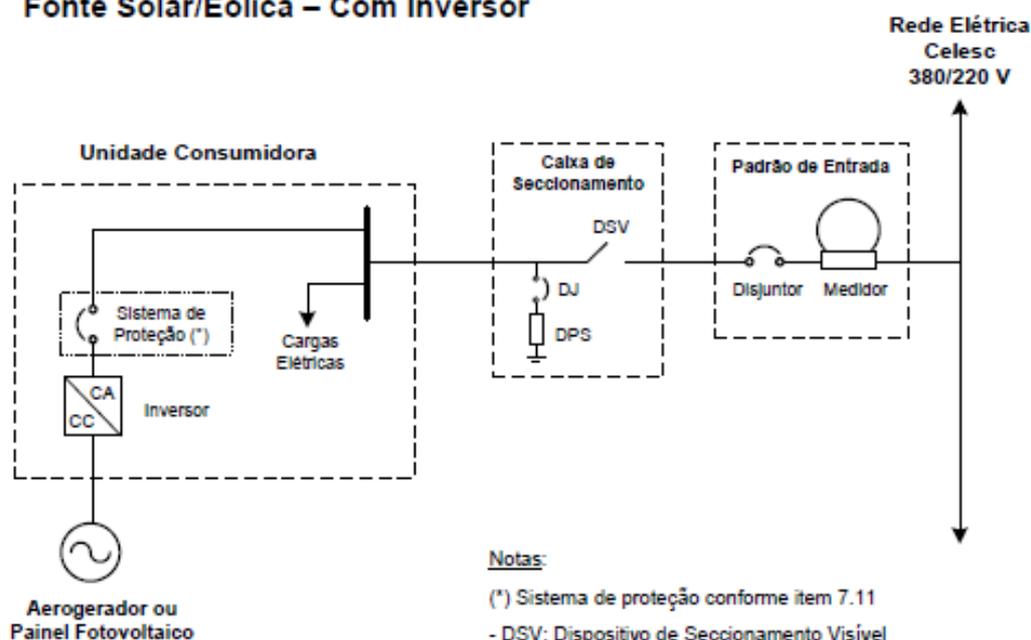
Atenciosamente,

Nome do Requerente: _____

Assinatura: _____

ANEXO 2 - DIAGRAMAS UNIFILARES ORIENTATIVOS

Diagrama Orientativo 1 Conexão de Micro/Mini Geradores na BT Fonte Solar/Eólica – Com Inversor



Notas:

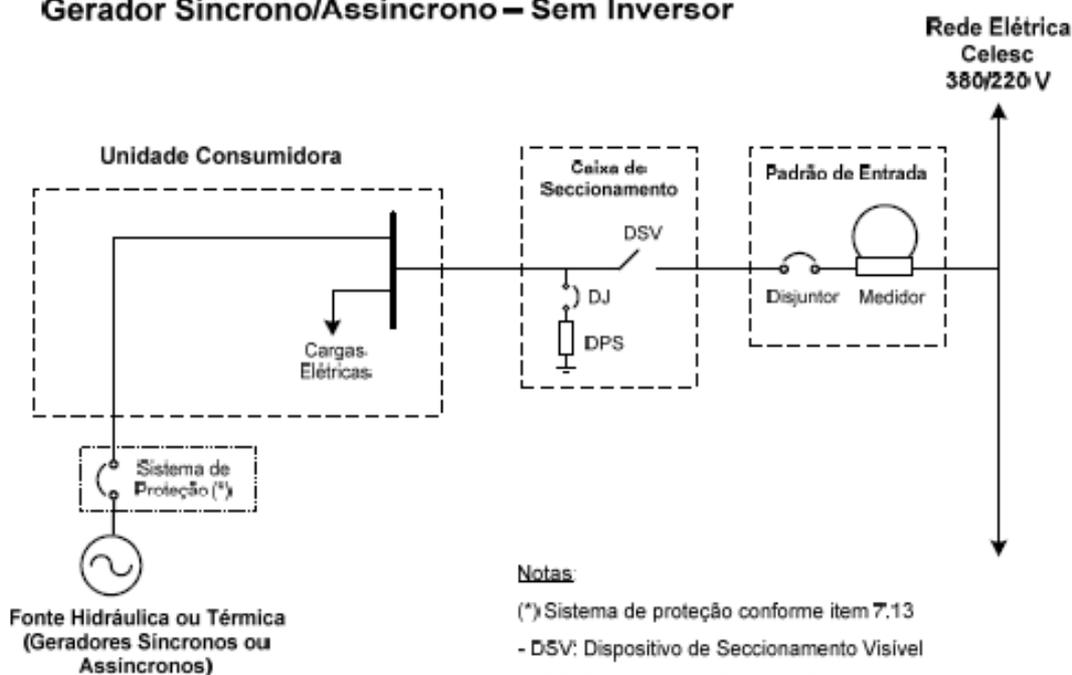
(*) Sistema de proteção conforme item 7.11

- DSV: Dispositivo de Seccionamento Visível

- DPS: Dispositivo de Proteção Contra Surtos

O DPS é recomendável também no interior das instalações do acessante, e junto ao inversor.

Diagrama Orientativo 2 Conexão de Micro/Mini Geradores na BT Gerador Síncrono/Assíncrono – Sem Inversor



Notas:

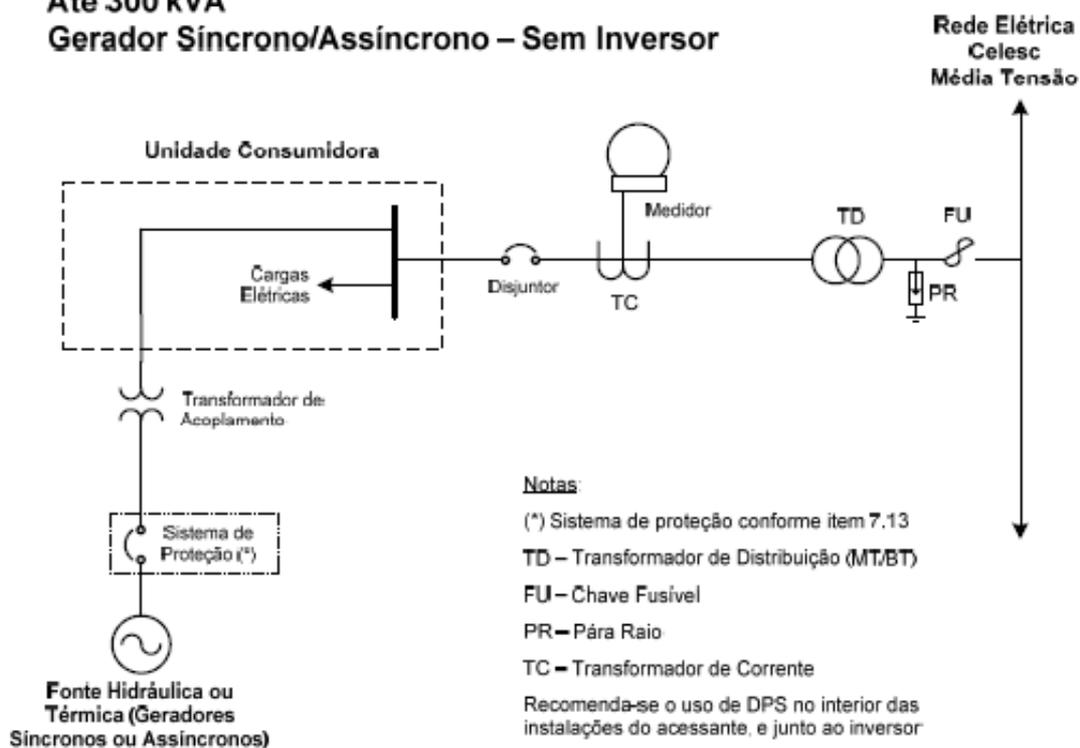
(*) Sistema de proteção conforme item 7.13

- DSV: Dispositivo de Seccionamento Visível

- DPS: Dispositivo de Proteção Contra Surtos

O DPS é recomendável também no interior das instalações do acessante, e junto ao inversor.

Diagrama Orientativo 4
Conexão de Micro/Mini Geradores na MT
Até 300 kVA
Gerador Síncrono/Assíncrono – Sem Inversor



**ANEXO 3 - FORMULÁRIO DE SOLICITAÇÃO DE ACESSO À REDE DE DISTRIBUIÇÃO
CELESC PARA O EXEMPLO PRÁTICO**

Blumenau, 25 de junho de 2013

À Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A. – Celesc
Agência Regional de Blumenau
Divisão Comercial
Blumenau – SC
Prezado Senhor,

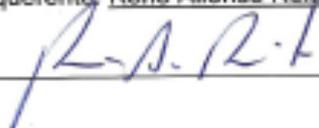
Vimos formalizar a Solicitação de Acesso ao Sistema Elétrico da Celesc Distribuição, na modalidade de micro/mini gerador de energia elétrica, participante do SCE – Sistema de Compensação de Energia Elétrica, nos termos da Resolução ANEEL nº482 de 17 de abril de 2012.

Dados da instalação:

- Titular da Unidade Consumidora: Rene Alfonso Reiter
- Telefone/E-mail de Contato: (47)3325-2702 / reiter@terra.com.br
- Endereço da Unidade Consumidora: Rua Joaquim Nabuco, 331
- Número da Unidade Consumidora: 7905858
- Tipo de Gerador: Solar
- Potência instalada (kW): 1,89 kW
- Empresa Instaladora: Sonnen Energia LTDA
- Responsável Técnico: Renan Diego de Oliveira Reiter / (55)9114-5476 / renandiego@sonnen.com.br

Atenciosamente,

Nome do Requerente: Rene Alfonso Reiter

Assinatura: 

ANEXO 4 – MEMORIAL DESCRITIVO DO EXEMPLO PRÁTICO



MEMORIAL DESCRITIVO DA INSTALAÇÃO DO SISTEMA FOTOVOLTAICO

DADOS DA INSTALAÇÃO

Unidade Consumidora – UC	7905858
Titular da Unidade Consumidora:	Rene Alfonso Reiter
Telefone / E-mail de Contato:	(47) 3325-2702 / reiter@terra.com.br
Cidade / Estado:	Blumenau - SC
Endereço da Unidade Consumidora:	Rua Joaquim Nabuco, 331
Localização GPS	-26.915572, -49.105277
Tipo de Gerador:	Solar Fotovoltaico
Potência instalada (kW):	1.89kW
Responsável Técnico:	Renan Diego de Oliveira Reiter
Telefone / E-mail de Contato do Responsável Técnico:	(55) 9114-5476 / renandiego@sonnen.com.br

1 - DETALHES DO PROJETO

Um sistema fotovoltaico conectado à rede, basicamente é composto por um arranjo de módulos fotovoltaicos, um inversor, dispositivos de proteção, estrutura de fixação e cabos. A seguir são descritos em detalhes as características de cada item incluído no projeto do sistema fotovoltaico conectado à rede.

a. Arranjo de Módulos Fotovoltaicos

Modelo: KD135SX-UPU

Fabricante: Kyocera

Quantidade: 14 módulos conectados em série.

Certificação: Possuem selo do Inmetro.

b. Inversor Para Conexão à rede

Modelo: Sunny Boy 1700

Fabricante: SMA Solar Technology

Quantidade: 1

Certificação: CE, VDE 0126-1-1, UTE C 15-7-712-1, DK 5940, RD 1663, G83/1-1, CER/06/190, PPC, AS4777, EN 50438, C10/C11, PPDS, IEEE 929.

c. Dispositivos de Proteção

Em um sistema fotovoltaico, existem diversos dispositivos de proteção que devem ser incluídos na instalação para garantir a plena segurança do local e de seus usuários. A seguir, são



MEMORIAL DESCRITIVO DA INSTALAÇÃO DO SISTEMA FOTOVOLTAICO

apresentadas as descrições de cada item que faz parte da instalação.

Dispositivo de Seccionamento Visível (DSV):

Modelo: Chave Seccionadora sob carga S32-63/4

Fabricante: HOLEC Indústrias Elétricas LTDA

Quantidade: 1

Interruptor CC:

O inversor Sunny Boy 1700 já possui integrado uma chave de seccionamento CC, não necessitando de instalação adicional redundante ao sistema fotovoltaico.

Interruptor CA:

Foi utilizado um disjuntor bipolar termomagnético na saída do inversor.

Modelo: Disjuntor bipolar 20A.

Fabricante: Siemens

Quantidade: 1

Dispositivos de Proteção contra Surto (DPS):

Modelo: SSD7 481-0

Fabricante: Siemens

Quantidade: 2

Observação: Um DPS foi instalado junto ao inversor e o outro será instalado na caixa de seccionamento visível, localizada ao lado da caixa do medidor eletrônico bidirecional de energia.

Dispositivos Diferenciais Residuais (DR):

Há um DR trifásico instalado na entrada do quadro de distribuição da residência.

Modelo: DR tipo AC trifásico

Fabricante: Siemens

Quantidade: 1

d. Cabos

Os cabos utilizados no sistema fotovoltaico suportam temperaturas na ordem de 80°C. Os cabos utilizados não tem contato direto com a luz solar, e por isso não possuem proteção UV. Os cabos são monopolares com dupla proteção para os condutores positivos e negativos.



MEMORIAL DESCRITIVO DA INSTALAÇÃO DO SISTEMA FOTOVOLTAICO

e. Estruturas de Fixação

A estrutura de fixação foi desenvolvida sob encomenda para fixação no jardim da residência. É fabricada em ferro e presa ao chão através de concreto. O ferro é pintado com tinta esmalte para minimizar efeitos de oxidação. Para evitar os problemas de oxidação da carcaça de alumínio dos módulos fotovoltaicos em contato com a estrutura de ferro, foram utilizadas arruelas de borracha para isolar os módulos da estrutura.

f. Sistema de Aterramento Elétrico

O condutor de equipotencialização interliga todas as estruturas metálicas dos módulos fotovoltaicos e as estruturas metálicas que sustentam os mesmos. Os condutores de aterramento, possuem uma seção de 6 mm².

g. Sinalização de Segurança

Todas as placas de sinalização de segurança apresentadas a seguir e que serão utilizadas nesse projeto, seguem as exigências da norma NBR 7195: “Cores para Segurança”.

Para garantir a segurança das pessoas, em muitos países com largo uso de sistemas fotovoltaicos em residências, as brigadas de incêndio e companhias de seguro tem recomendado uma clara identificação dos sistemas fotovoltaicos existentes em uma edificação. A informação “Cuidado – Sistema Fotovoltaico” informa aos bombeiros a existência dessa forma de geração e permite que as medidas necessárias sejam tomadas durante um combate a incêndio. A Figura 1 apresenta um exemplo de aviso colocado na entrada da residência para auxiliar os bombeiros.



Figura 1 – Placa de aviso para o corpo de bombeiros.

Cada concessionária de energia disponibiliza suas próprias normas sobre placas de sinalização que devem indicar a presença de um sistema fotovoltaico.

A sinalização que a CELESC exige deve ser confeccionada em PVC com espessura mínima de 1mm e conforme modelo apresentado abaixo.



Figura 2 – Placa de Informação AES-SUL.¹

A única informação por norma que deve ser atribuída a um sistema fotovoltaico é o que a concessionária exige, porém, a seguir são apresentadas outras sinalizações que devem ser incorporadas a uma instalação de um sistema fotovoltaico a fim de garantir o máximo de avisos possíveis sobre a presença, e procedimentos de como se deve manusear o mesmo.

A Figura 3 apresenta um aviso sobre a presença de alta tensão CC e será colocado na caixa de junção, próximo ao arranjo de módulos fotovoltaicos, e também próximo da entrada do inversor.



Figura 3 – Placa de aviso de alta tensão contínua presente.

1

A Figura 4 apresenta um destaque sobre cuidados que devem ser tomados quanto ao lado CC do inversor. Esse aviso deve estar próximo do inversor.

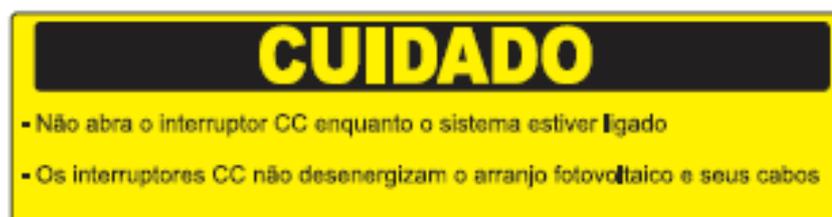


Figura 4 – Placa de aviso sobre presença de corrente contínua e alternada.

A Figura 5 destaca passo a passo, o procedimento que deve ser feito para desligar o inversor em funcionamento. Deve ser colocado próximo ao inversor.

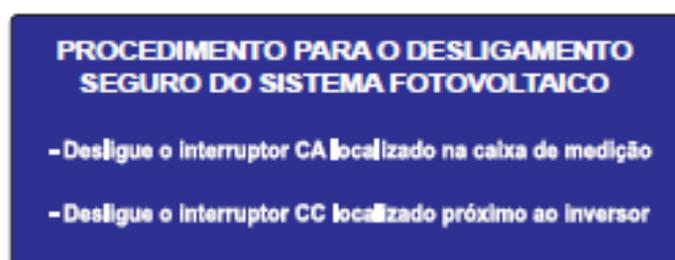


Figura 5 – Placa de aviso sobre procedimento de desligamento do sistema fotovoltaico.



MEMORIAL DESCRITIVO DA INSTALAÇÃO DO SISTEMA FOTOVOLTAICO

2 - FOTOS DO PROJETO

A seguir, são apresentadas algumas fotos do sistema fotovoltaico instalado na residência. Na Figura 6, apresenta-se a localização do arranjo de módulos fotovoltaicos. Foram instalados no jardim da residência por questões estéticas. Na Figura 7, é mostrado o inversor e sua caixa de junção, localizados na garagem da residência. Na Figura 8 é mostrado o local da residência onde está instalado o medidor de energia atualmente. Esse local terá que ser modificado para inserir uma caixa para instalar o dispositivo de seccionamento visível.



Figura 6 – Arranjo de painéis fotovoltaicos



Figura 7 – Caixa de Junção e Inversor



MEMORIAL DESCRITIVO DA INSTALAÇÃO DO SISTEMA FOTOVOLTAICO



Figura 8 – Entrada de energia da Celesc

ANEXO 5 – DIAGRAMA UNIFILAR DO EXEMPLO PRÁTICO

ANEXO 6 - ACORDO OPERATIVO DO EXEMPLO PRÁTICO



**RELACIONAMENTO OPERACIONAL PARA A MICROGERAÇÃO DISTRIBUÍDA
ADESÃO AO SISTEMA DE COMPENSAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**

CLÁUSULA PRIMEIRA: DO OBJETO

1. Este documento contém as principais condições referentes ao Relacionamento Operacional entre o proprietário de sistema de microgeração distribuída e responsável pela unidade consumidora que adere ao Sistema de Compensação de Energia Elétrica, Renê Alfonso Reiter, CPF 218.058.909-30, residente na Rua Joaquim Nabuco, nº 331, município de Blumenau, Estado de Santa Catarina, Unidade Consumidora nº 7905858, e a Celesc Distribuição S.A., concessionária de distribuição de energia elétrica.
2. Este documento prevê a operação segura e ordenada das instalações elétricas interligando o sistema de microgeração ao sistema de distribuição de energia elétrica da Celesc Distribuição S.A..
3. Para os efeitos deste Relacionamento Operacional são adotadas as definições contidas nas Resoluções Normativas nº 414, de 9 de setembro de 2010, e nº 482, de 17 de abril de 2012.

CLÁUSULA SEGUNDA: DO PRAZO DE VIGÊNCIA

4. Conforme Contrato de Fornecimento, Contrato de Uso do Sistema de Distribuição ou Contrato de Adesão disciplinado pela Resolução nº 414/2010.

CLÁUSULA TERCEIRA: DA ABRANGÊNCIA

5. Este Relacionamento Operacional aplica-se à interconexão de sistema de microgeração distribuída aos sistemas de distribuição.
6. Entende-se por microgeração distribuída a central geradora de energia elétrica com potência instalada menor ou igual a 100 kW e que utilize fontes com base em energia hidráulica, solar, eólica, biomassa ou cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras.

CLÁUSULA QUARTA: DA ESTRUTURA DE RELACIONAMENTO OPERACIONAL

7. A estrutura responsável pela execução da coordenação, supervisão, controle e comando das instalações de conexão é composta por:



Pela distribuidora:

Callcenter – Telefone: 0800-480120 (comercial)

Call Center – Telefone 0800-480-196 (emergências)

Pelo responsável pelo sistema de microgeração:

Renê Alfonso Reiter – Telefone : (47)3325-2702

CLÁUSULA QUINTA: DO SISTEMA DE MICROGERAÇÃO DISTRIBUÍDA

8. O sistema de microgeração compreende: gerador solar com 1,89 kW de capacidade instalada, conectado ao sistema de distribuição em baixa tensão, através de um inversor Sunny Boy 1700, fabricado pela SMA, com potência nominal de 1,7 kW.

CLÁUSULA SEXTA: DAS RESPONSABILIDADES NO RELACIONAMENTO OPERACIONAL

9. A área responsável da distribuidora orientará o responsável pelo sistema de microgeração distribuída sobre as atividades de coordenação e supervisão da operação, e sobre possíveis intervenções e desligamentos envolvendo os equipamentos e as instalações do sistema de distribuição, incluídas as instalações de conexão.
10. Caso necessitem de intervenção ou desligamento, ambas as partes se obrigam a fornecer com o máximo de antecedência possível um plano para minimizar o tempo de interrupção que, em casos de emergência, não sendo possíveis tais informações, as interrupções serão coordenadas pelos encarregados das respectivas instalações.
11. As partes se obrigam a efetuar comunicação formal sobre quaisquer alterações nas instalações do microgerador e da distribuidora.

CLÁUSULA SÉTIMA: DAS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA

12. A área responsável da distribuidora orientará o responsável pelo sistema de microgeração distribuída sobre os aspectos de segurança do pessoal durante a execução dos serviços com equipamento desenergizado, relacionando e anexando as normas e/ou instruções de segurança e outros procedimentos a serem seguidos para garantir a segurança do pessoal e de terceiros durante a execução dos serviços em equipamento desenergizado.



13. As intervenções de qualquer natureza em equipamentos do sistema ou da instalação de conexão, só podem ser liberadas com a prévia autorização do Centro de Operação da Celesc Distribuição S.A..

CLÁUSULA OITAVA: DO DESLIGAMENTO DA INTERCONEXÃO

14. A Celesc Distribuição S.A. poderá desconectar a unidade consumidora possuidora de sistema de microgeração de seu sistema elétrico nos casos em que: (i) a qualidade da energia elétrica fornecida pelo (proprietário do microgerador) não obedecer aos padrões de qualidade dispostos no Parecer de Acesso; e (ii) quando a operação do sistema de microgeração representar perigo à vida e às instalações da Celesc Distribuição S.A., neste caso, sem aviso prévio.
15. Em quaisquer dos casos, o proprietário do sistema de microgeração deve ser notificado para execução de ações corretivas com vistas ao restabelecimento da conexão de acordo com o disposto na Resolução Normativa nº 414/2010.

CLÁUSULA NONA: DE ACORDO

Pela concessionária Celesc Distribuição:

Pelo proprietário do sistema de microgeração:

René Alfonso Reiter

Data/local:
