

Conexão de microrredes condominiais em redes de distribuição – ID 5631

Autor: *Ronaldo Antonio Roncolatto*

Coautor: *José Filho Castro (IATI), Pedro A. Rosas (IATI), Vittoria S. Andrade (IATI), Antonio R. Donadon (IATI), Luiz Carlos da Silva (Unicamp), José Gomes Matos (UFMA), Rafael G. Bento (CPFL), Fernando A. Assis (IATI), Francisco C. R. Coelho (IATI)*

Empresa: *IATI - Instituto Avançado de Tecnologia e Inovação*

Realization:

instituto
abradee



Host Company:

CEMIG



XXV Seminário
Nacional de
Distribuição de
Energia Elétrica

SENDI
2025
BELO HORIZONTE

INTRODUÇÃO

- Um dos desafios enfrentados pelas distribuidoras para viabilizar a conexão e operação de Microrredes Condominiais (Congrid) é a ausência de um conjunto sólido de normas técnicas no país.
- Uma alternativa tem sido utilizar e adaptar os padrões existentes aplicados para micro e minigeração distribuída.
- Este trabalho está inserido no contexto do projeto PD-00063-3058/2019, intitulado “PA3058 – Merge: Desenvolvimento de Microrredes Eficientes, Confiáveis e Sustentáveis” da CPFL, vinculado ao programa de P&D do Setor Elétrico, regulado pela ANEEL.

Realization:

instituto
abradee



HostCompany:

CEMIG

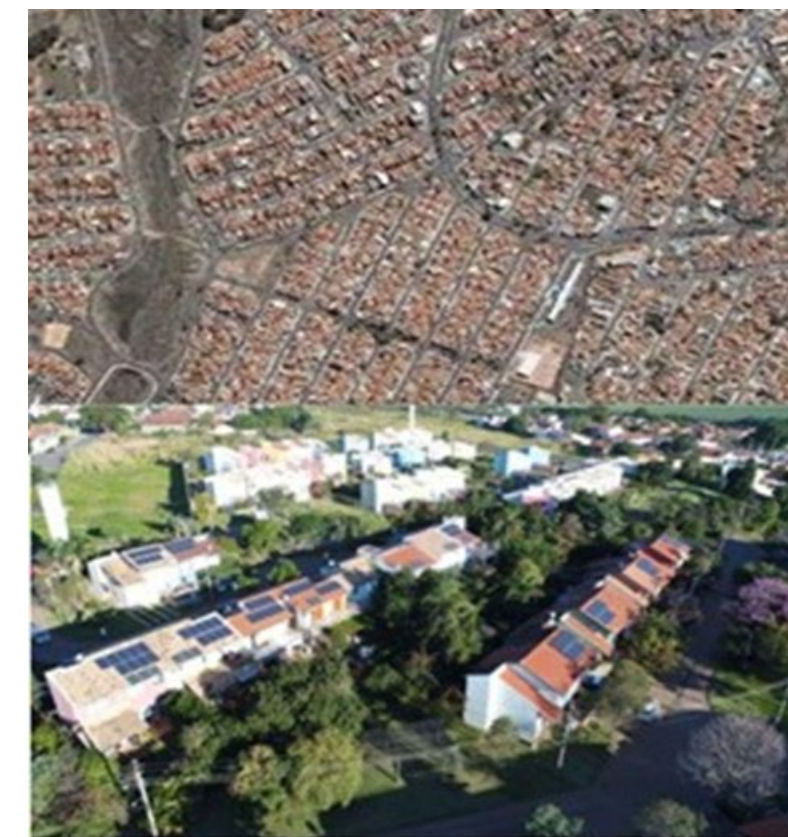
MICRORREDES DO PROJETO MERGE



Microrrede Nanogrid - para diferentes tipos de veículos elétricos, estações de carregamento e geração solar (Baixa Tensão)



Microrrede Campusgrid - implantação em parte do Campus Universitário Unicamp/Campinas



Microrrede Congrid - implantação em condomínio residencial na cidade de Campinas

DESAFIO: COMO INTEGRAR ESSAS MICRORREDES E SEUS REDs AO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO OBSERVANDO OS REQUISITOS TÉCNICOS NORMATIVOS?

Realization:

instituto
abradee



HostCompany:

CEMIG

MICRORREDES CONDOMINIAIS

- São apresentados os subsídios técnicos para os estudos de viabilidade, a elaboração dos projetos, a definição das especificações, as características construtivas e os aspectos de operação e manutenção.
- Referência à celebração dos contratos de acesso e Acordo Operativo entre a distribuidora e a Microrrede.
- Em complemento é apresentado os aspectos mais relevantes da implantação de uma Congrid destinada ao fornecimento de energia ao Condomínio Residencial dos Ipês em Campinas/SP, constituído pelos sistemas fotovoltaicos, sistema de armazenamento de energia e demais equipamentos para interligação, seccionamento, proteção e controle da microrrede.

Realization:

instituto
abradee



HostCompany:

CEMIG

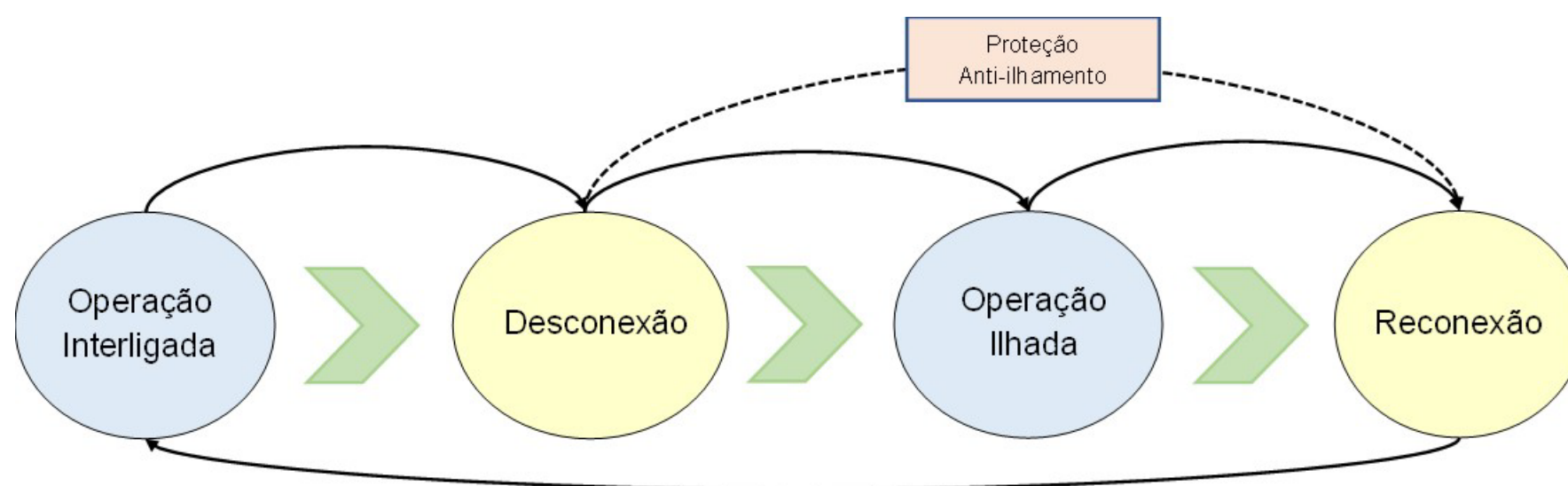
MICRORREDES CONDOMINIAIS

A principal diferença entre a utilização de microrredes e a simples integração de unidades de geração distribuída às redes de distribuição é a possibilidade de **operação** tanto em **modo interligado** quanto em **modo ilhado**. A operação de uma microrrede pode, então, ser dividido em três modos:

- ❑ conectada à rede
- ❑ em ilhamento (ou operação autônoma)
- ❑ sincronização/reconexão (modos transitórios).

❑ Operação conectada à Rede (Operação em Paralelo)

A operação em paralelo ocorre quando a microrrede (MR) produz energia de corrente alternada enquanto está eletricamente conectada ao equipamento de geração da concessionária local. Nessa condição, a MR deve apresentar valores de tensão e de frequência compatíveis com as da rede de distribuição. Deve atender, também, os requisitos mínimos de qualidade de energia, bem como não interferir nas funções de proteção e confiabilidade da concessionária



Realization:

instituto
abradee



HostCompany:

CEMIG

MICRORREDES CONDOMINIAIS

❑ Operação em modo Ilhado

No modo ilhado, a tensão e a frequência são determinadas pela operação de seus REDs e, portanto, um esquema de controle apropriado é necessário para garantir uma operação estável e resiliente. Segundo a norma IEC 62898, a MR pode ir para o modo de ilhamento quando:

- i) os requisitos de qualidade e estabilidade de energia não forem totalmente atendidos pela rede principal (para proteger os equipamentos e manter a integridade), e
- ii) quando solicitado pelo Operador do Sistema de Distribuição. A transição para a operação em ilha pode ocorrer como resultado de uma falha permanente na rede principal ou devido à uma desconexão intencional.

❑ Sistema de Armazenamento de Energia

Devido à variabilidade e intermitência da GD, pode ser difícil manter os requisitos usuais de frequência, ao mesmo tempo que acomoda as flutuações de carga, principalmente em modos de operação de forma ilhada. Nesse sentido, os Sistemas de Armazenamento de Energia – SAE desempenham um papel fundamental, principalmente se houver a possibilidade de paralelismo contínuo e desconexão automática da rede elétrica. Devido à capacidade de operar como carga ou gerador, carregando ou descarregando, o emprego de SAE pode mitigar o impacto das variações da GD renovável e da carga.

Realization:

instituto
abradee



HostCompany:

CEMIG

SUBSISTEMAS

- ❑ **Cargas especiais essenciais ininterruptíveis:** Cargas que devem ter suprimento de forma continuada, sem interrupções de curta ou longa duração. Nas microrredes condominiais, essas cargas podem ser os sistemas de iluminação, sistema de segurança e alarmes etc.;
- ❑ **Cargas convencionais não essenciais interruptíveis:** Cargas que podem ter o suprimento interrompido em situações de desconexão da microrrede ao sistema de fornecimento da distribuidora;
- ❑ **Sistema de armazenamento de energia (SAE):** fonte de energia/potência secundária para as cargas, utilizado para permitir a operação ilhada;
- ❑ **Geração Própria:** grupo gerador (máquina girante ou conversor eletrônico/inversor) com capacidade de operar em paralelismo com as cargas da microrrede;
- ❑ **Sistema de gerenciamento de energia (EMS – Energy Management System):** sistema de controle, em alto ou baixo nível, responsável por gerenciar e controlar a operação dos demais subsistemas.

Realization:

instituto
abradee



HostCompany:

CEMIG

PONTO DE CONEXÃO

O ponto de conexão (PCC – *Point of Common Coupling*) da microrrede condominial, ponto onde a mesma se interconecta fisicamente à rede de distribuição, pode ocorrer em média tensão ou em baixa tensão. Nesse ponto deve ser instalado um dispositivo de interconexão, responsável pela separação física da microrrede do sistema elétrico, podendo ser implementado por meio de um dispositivo de proteção e seccionamento (por exemplo, religador ou disjuntor).

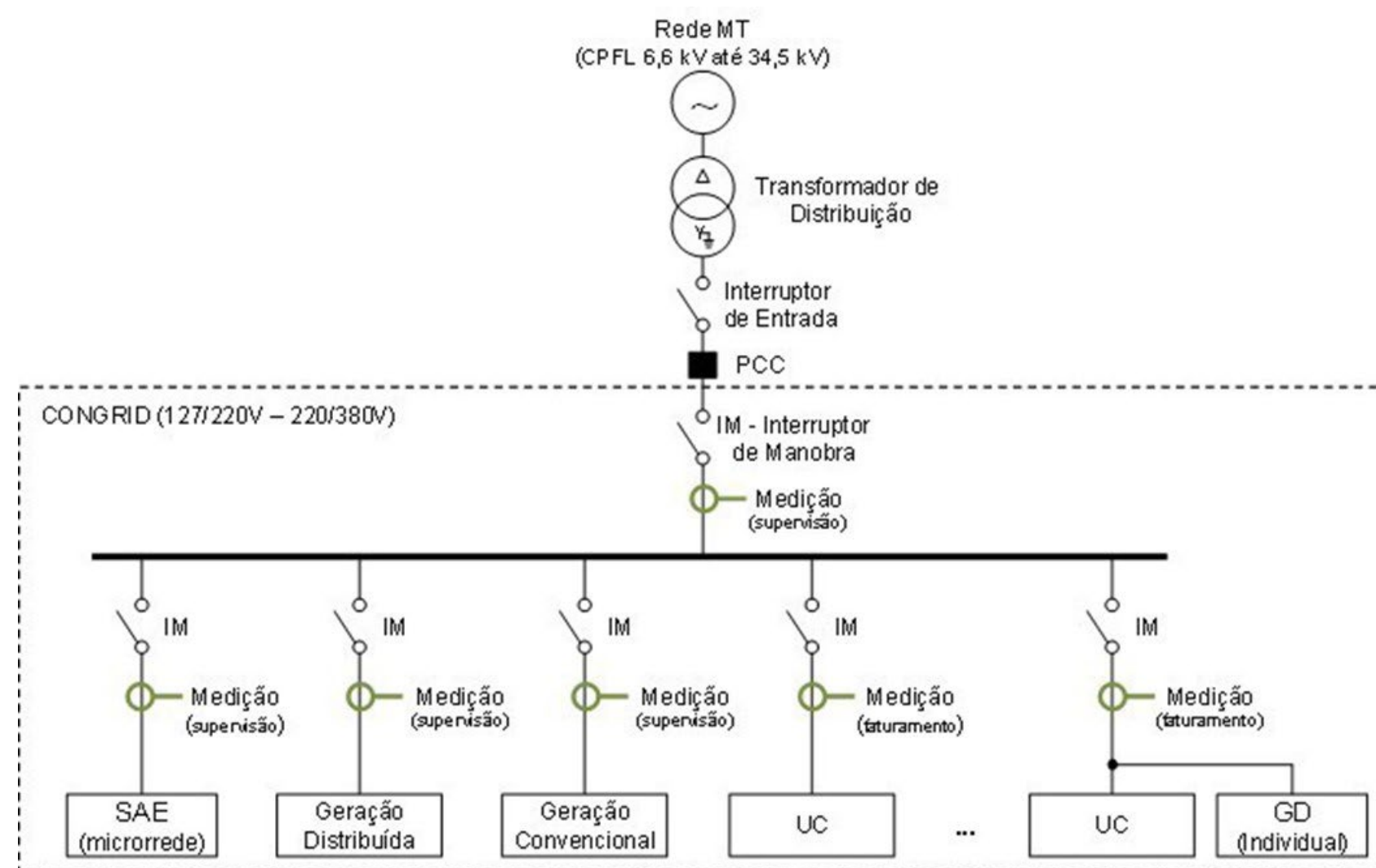


Diagrama Unifilar de uma microrrede condominial com Ponto de Conexão em Baixa Tensão

Realization:

instituto
abradee



HostCompany:

CEMIG

PONTO DE CONEXÃO

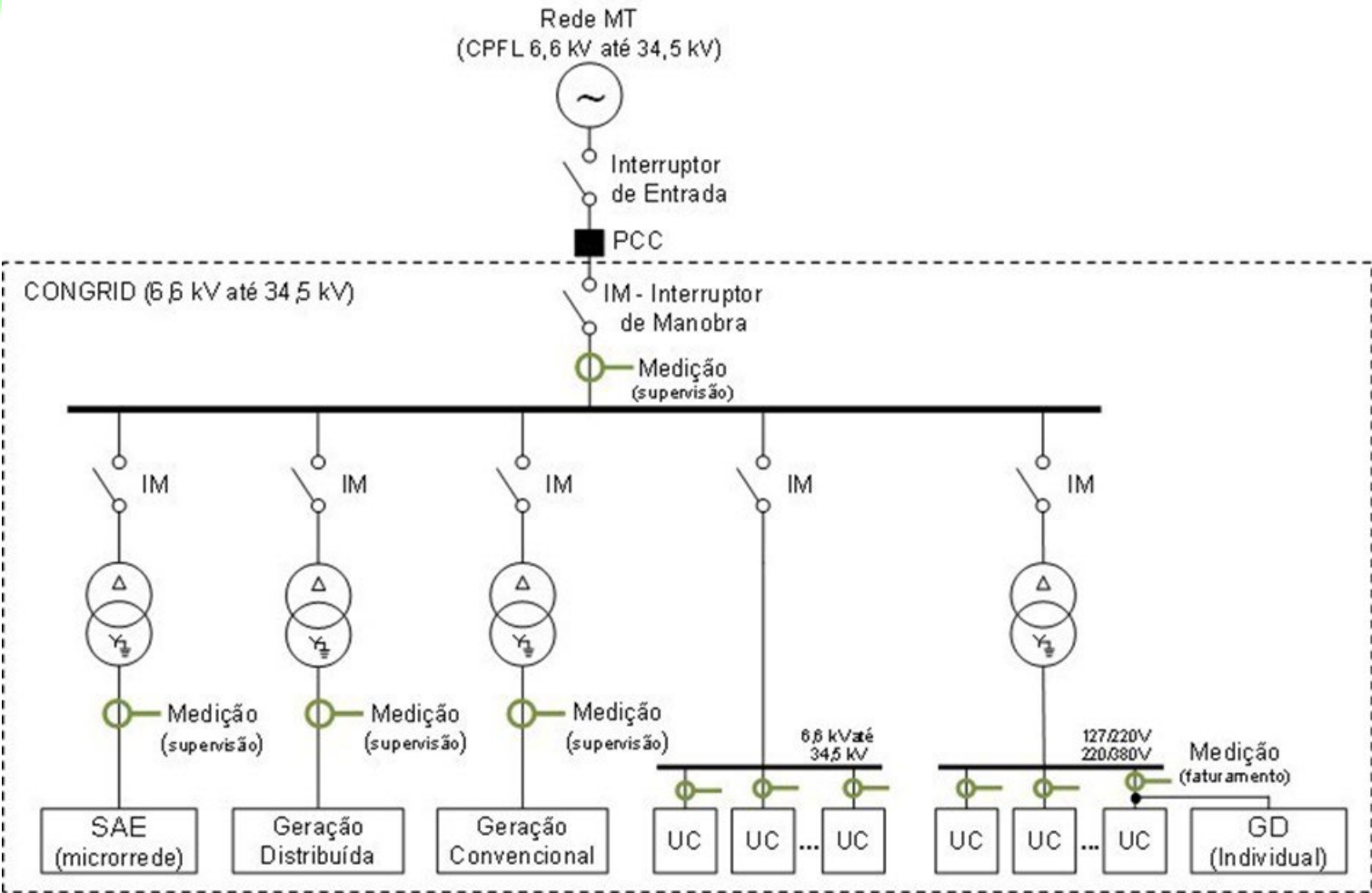


Diagrama Unifilar de uma microrrede condominial com Ponto de Conexão em Média Tensão

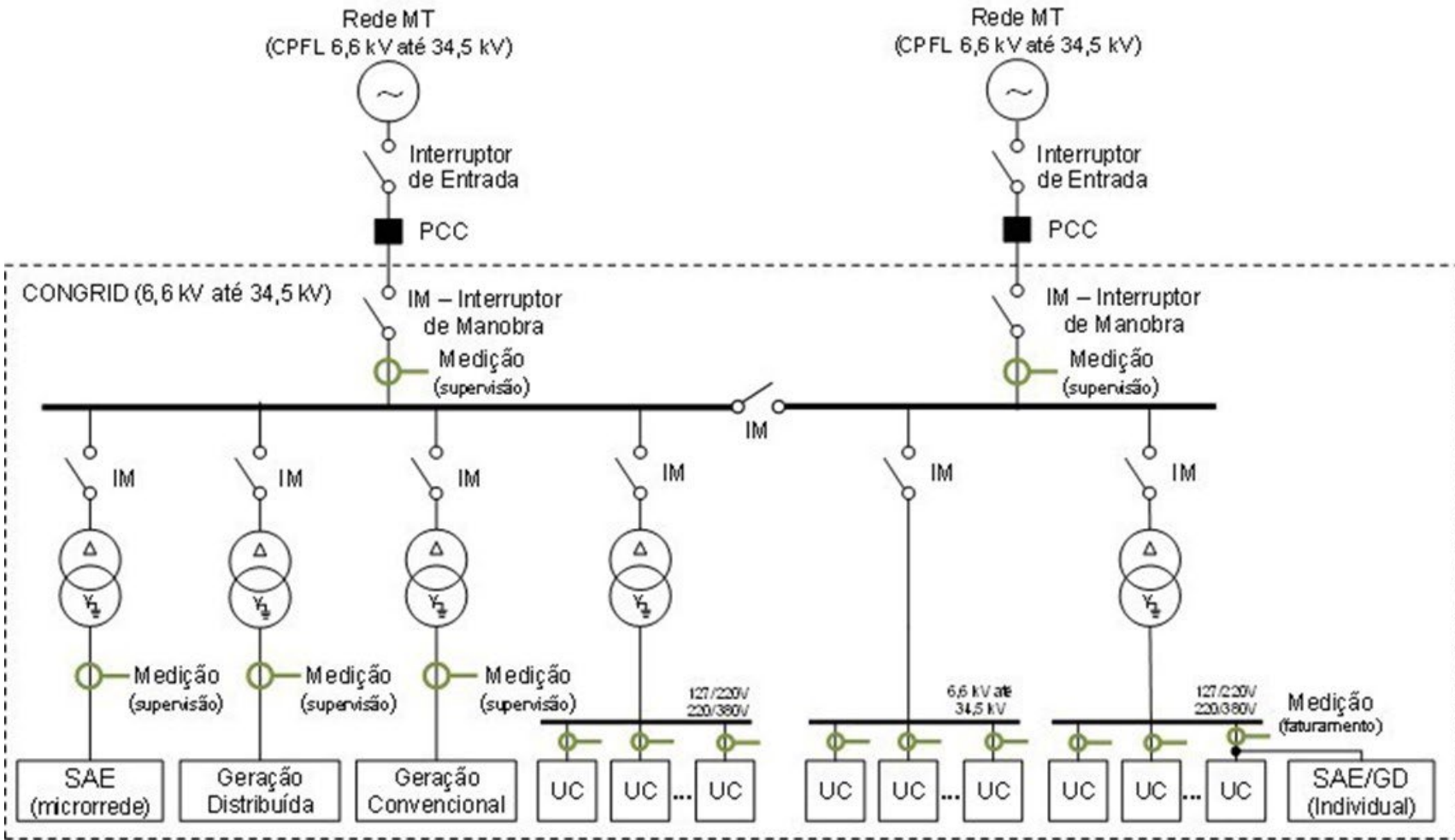


Diagrama Unifilar de uma microrrede condominial com 2 Pontos de Conexão em Média Tensão

Realization:

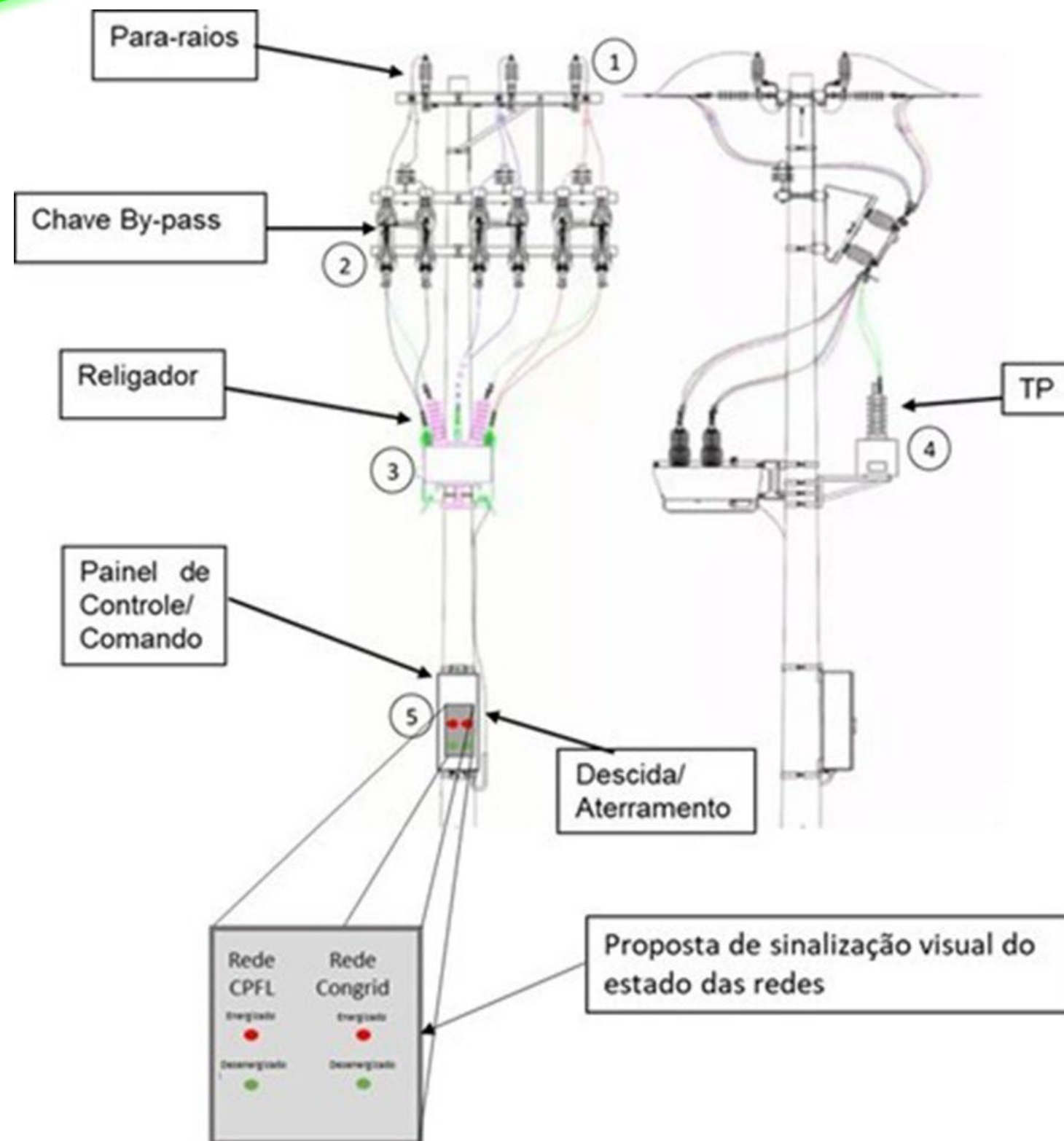
instituto
abradee



HostCompany:

CEMIG

PADRÃO DE ENTRADA



O Padrão de Entrada de uma microrrede condominial é constituído por um conjunto de equipamentos instalados no PCC. No padrão ao lado o elemento de desconexão é um Religador.

Realization:

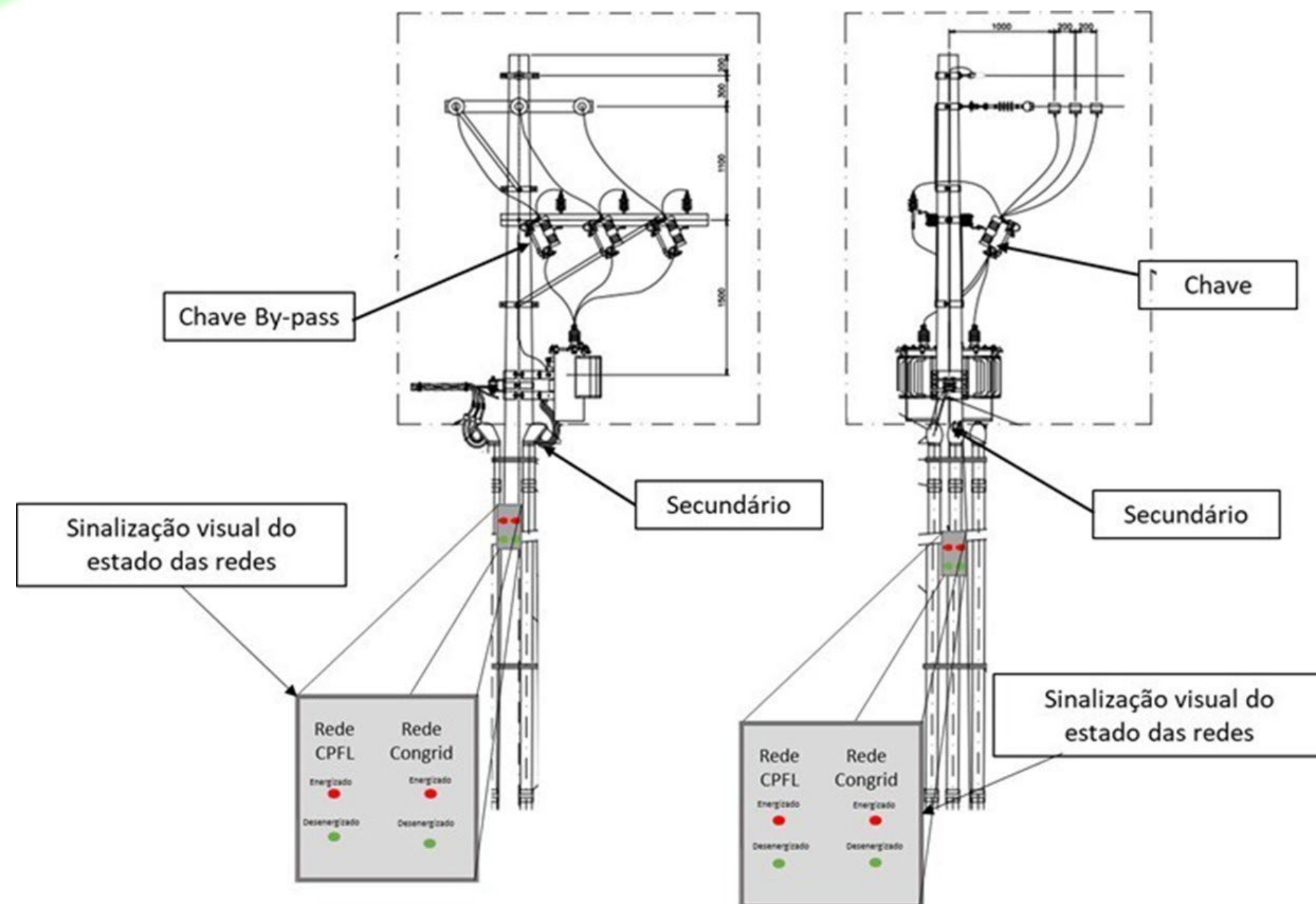
instituto
abradee



HostCompany:

CEMIG

PADRÃO DE ENTRADA



No padrão ao lado o Ponto de Acoplamento da Microrrede Condominial é dotado de Chave Estática de Transferência (STS) e Esquema de transferência para conexão do SAE na Baixa Tensão.

Realization:

instituto
abradee



HostCompany:

CEMIG

CRITÉRIOS DE PROTEÇÃO

Os dispositivos de proteção de microrrede terão que ser dotados de, no mínimo, dois conjuntos de configurações para atuação tanto em operação no modo conectado à rede da concessionária quanto no modo de operação ilhado. Isso ocorre devido aos níveis distintos de curto-circuito entre os diferentes modos de operação.

Proteção	Código ANSI	Potência Instalada (kW)	
		$75 < P \leq 500$	$500 < P \leq 5000$
Subtensão e Sobretensão	27/59	x	✓
Subfrequência e Sobre frequência	81 U/O	✓	✓
Desequilíbrio de corrente	46	x	✓
Desbalanço de Tensão	47	x	✓
Sobrecorrente direcional	67	✓	✓
Sobrecorrente com restrição de tensão	50V/51V	x	✓
Sincronismo	25	✓	✓
Anti-ilhamento		x	x
Sobrecorrente	50/51	✓	✓
Sobrecorrente de neutro	50N/51N/51G	✓	✓
Sobretensão de neutro	59N	✓	✓
Direcional de potência ativa	32	✓	✓
Medição de ângulo de fase	78	✓	✓
Taxa de variação de frequência	81 df/dt	✓	✓

Tabela de proteções em função da potência Instalada na Microrrede Condominial



Realization:

instituto
abradee



HostCompany:

CEMIG

ETAPAS PARA APROVAÇÃO



Pelo menos os seguintes estudos devem ser realizados para conexão:

- ☐ Fluxo de potência em regime permanente;
- ☐ Estudo de superação de equipamentos (estudo de curto-circuito);
- ☐ Estudo de estabilidade eletromecânica (quando aplicável);
- ☐ Estudo do sistema de proteção e,
- ☐ Estudos de impacto na qualidade de energia.

Realization:

instituto
abradee




HostCompany:

CEMIG

ACORDO OPERATIVO

- ❑ As microrredes instaladas em condomínios devem celebrar com a concessionária um Acordo Operativo, independentemente da potência da geração distribuída.
- ❑ O Acordo Operativo de Microrrede Condominial deve contemplar, além das exigências relativas ao sistema de compensação de energia, os diretos, deveres, procedimentos e responsabilidades de ambas as partes (microrrede e concessionária) quanto à operação e manutenção das microrredes, quando conectadas ou em operação ilhada.

 Interno	Tipo de Documento:
	Área de Aplicação:
	Título do Documento:
	ACORDO OPERATIVO CPFL x UNICAMP (Campusgrid)

Sumário	
1. OBJETIVO.....	1
2. ÂMBITO DE APLICAÇÃO.....	1
3. DEFINIÇÕES.....	2
4. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA.....	3
5. RESPONSABILIDADES.....	4
6. REGRAS BÁSICAS.....	6
7. PROCEDIMENTOS DE OPERAÇÃO DA CAMPUSGRID UNICAMP.....	9
8. PROCEDIMENTOS PADRÕES DE INTERVENÇÃO COM A CAMPUSGRID.....	10
9. CROQUIS DA REDE INTERNA DO ACESSANTE.....	12
10. CONTROLE DE REGISTROS.....	14
11. ANEXOS.....	14
12. REGISTRO DE ALTERAÇÕES.....	15

1. OBJETIVO
Disciplinar e definir os procedimentos e critérios operativos entre a COMPANHIA PAULISTA DE FORÇA E LUZ , doravante denominada CPFL , e a UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS – UNICAMP , doravante denominada ACESSANTE , para a operação da subestação de propriedade da ACESSANTE . Além disso este documento formaliza a operação da Microrrede no alimentador BGE06.
Este Acordo Operativo deverá ser rigorosamente seguido pelas partes envolvidas, visando garantir a segurança pessoal e a integridade dos equipamentos, bem como evitar prejuízos à continuidade do suprimento, nas manobras que envolvam direta ou indiretamente a subestação.

2. ÂMBITO DE APLICAÇÃO
2.1. Empresa

Realization:



HostCompany:



CASO REAL CONGRID - CAMPINAS/SP



Entrada Condomínio dos Ipês



Imagem Aérea do Condomínio dos Ipês

Realization:

instituto
abradee



HostCompany:

CEMIG

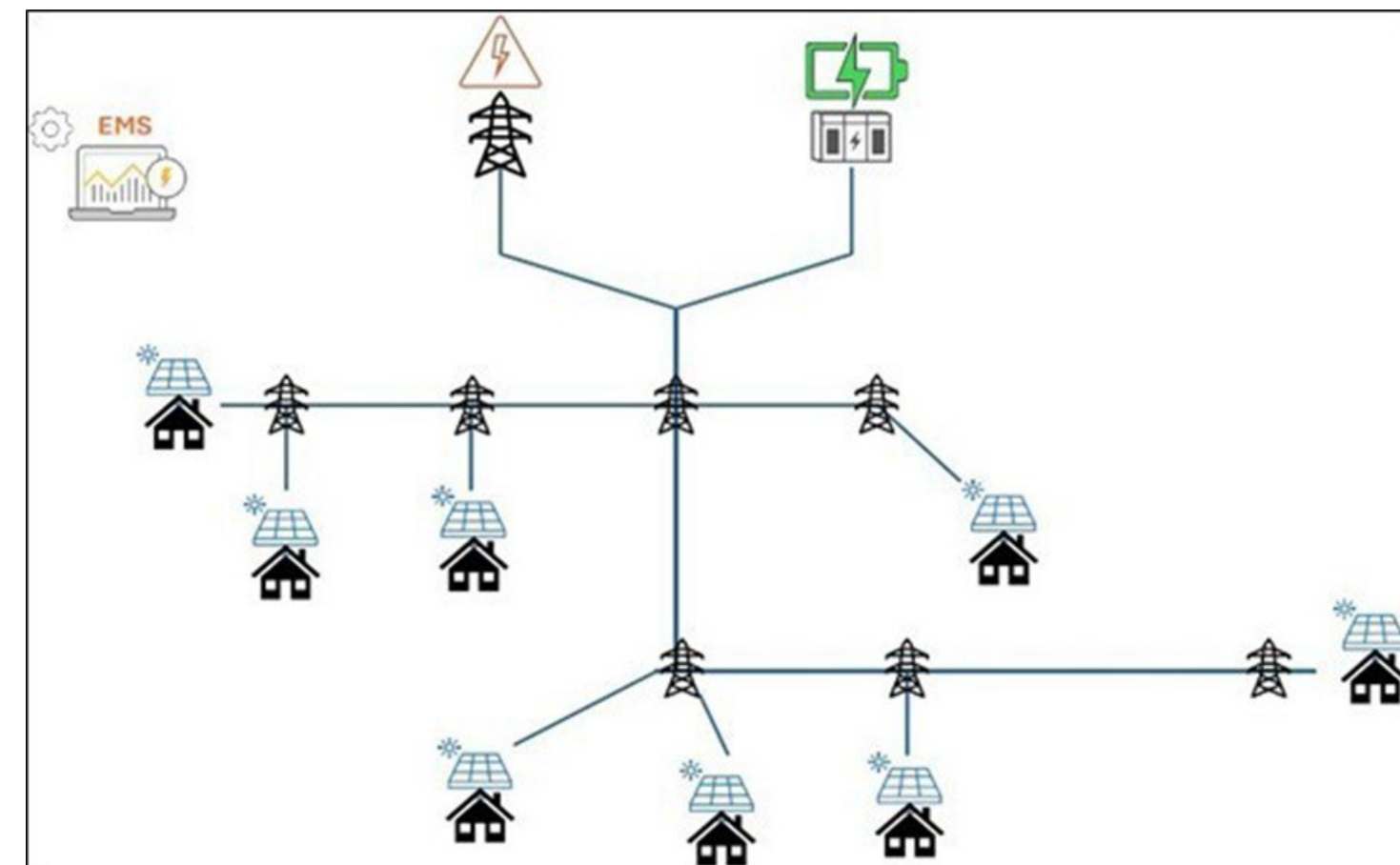
CASO REAL CONGRID - CAMPINAS/SP

A CONGRID do Condomínio dos Ipês é composta por:

- ❑ Microgeradores fotovoltaicos instalados nas residências (total de 116,6 kWp);
- ❑ Sistema de armazenamento de energia em baterias (100 kW / 255 kWh);
- ❑ Cargas das 45 residências e 2 áreas comuns;
- ❑ Quadro de Transferência Automática (QTA);
- ❑ Rack de Telecom;
- ❑ Sistema de Gerenciamento de Energia (EMS).



Sistema de Armazenamento de Energia - BESS



Topologia Básica da CONGRID

Realization:

instituto
abradee



HostCompany:

CEMIG

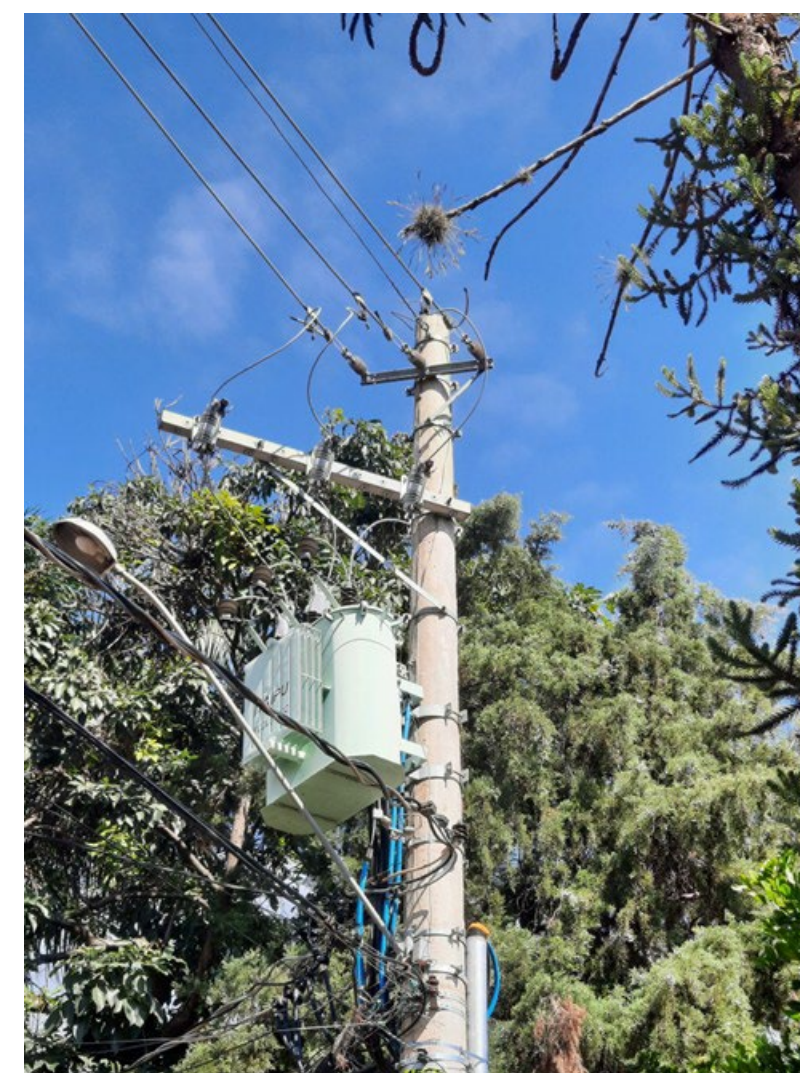
CASO REAL CONGRID - CAMPINAS/SP



Entrada da Rede Primária com RA



Rede Primária do Condomínio



Alimentação Transformador de Distribuição

Realization:

instituto
abradee

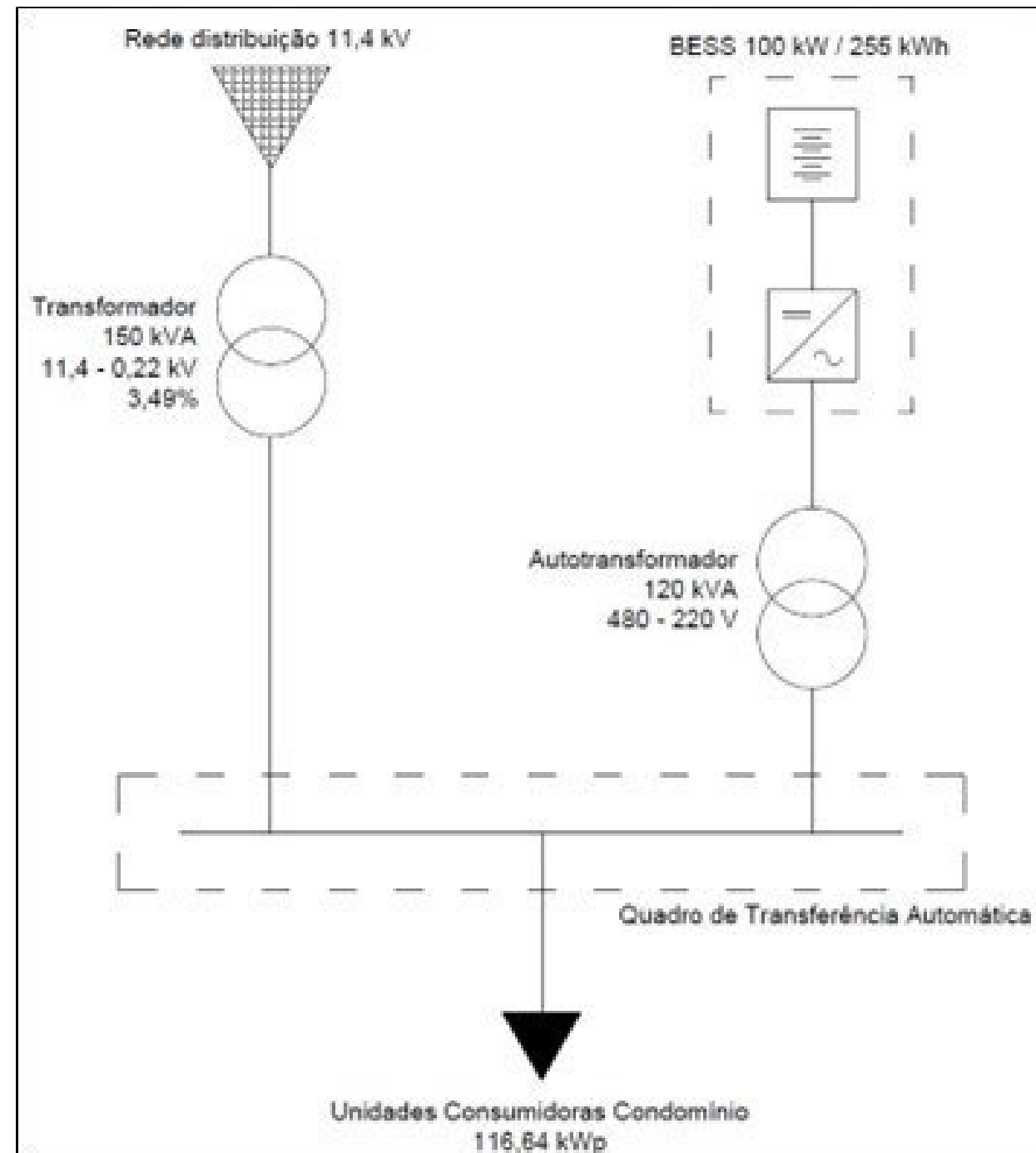


HostCompany:

CEMIG

CASO REAL CONGRID - CAMPINAS/SP

Diagrama de conexão da microrrede em Baixa Tensão



Realization:

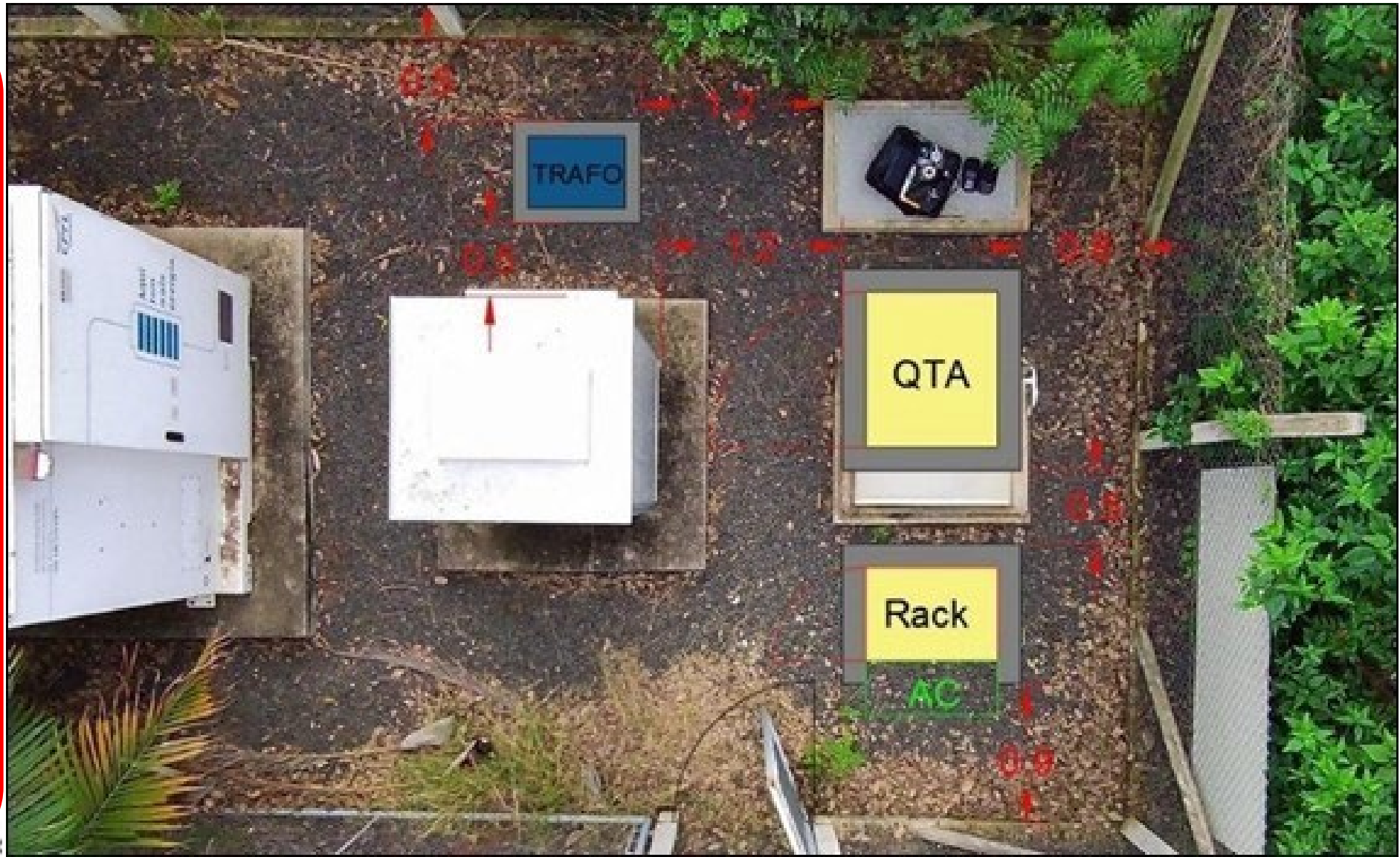
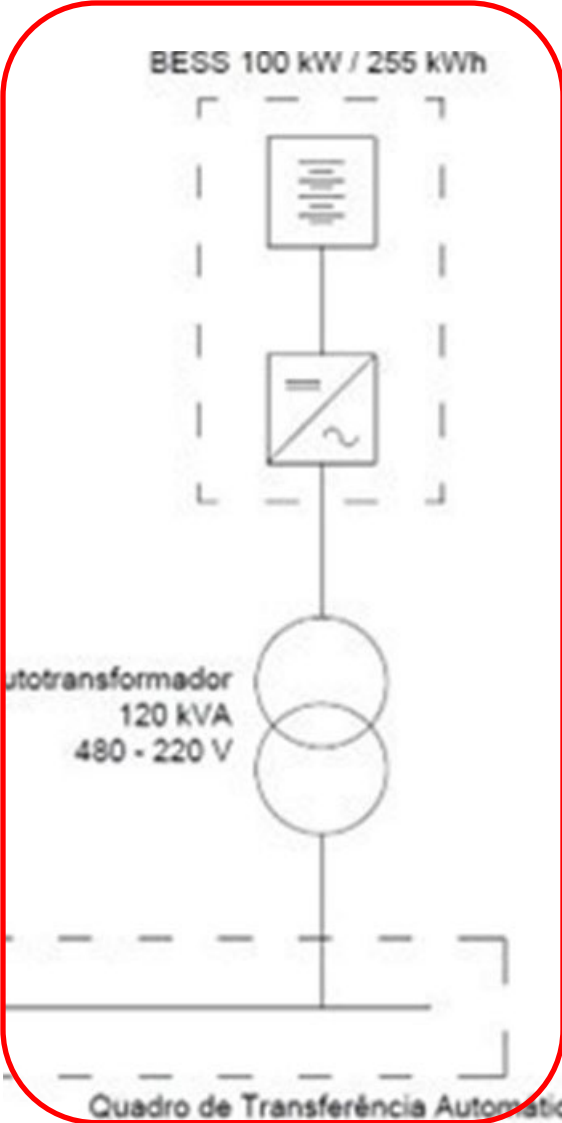
instituto
abradee



HostCompany:

CEMIG

CASO REAL CONGRID - CAMPINAS/SP



Leiaute da Área do BESS, Autotransformador, Quadro de Transferência Automática e Rack Telecom

Realization:

instituto
abradee



HostCompany:

CEMIG



OBRIGADO!