



Grupo de Estudo de Subestações e Equipamentos de Alta Tensão-GSE

Aprendizados e desafios práticos em Subestação do SIN compartilhada por agentes eólicos e fotovoltaicos

**CINTHIA SOUZA DOS SANTOS XAVIER(1); FELIPE LUNA FREIRE DA FONTE(1);
CHESF(1);**

RESUMO

A demanda de acessantes eólicos e fotovoltaicos à rede básica do SIN, Sistema Interligado Nacional é uma realidade em muitas instalações do NE brasileiro, principalmente nos estados da Bahia; Ceará; Piauí e Rio Grande do Norte.

As subestações elétricas acessadas são geralmente antigas e rurais, portanto, o layout e a infraestrutura das mesmas precisam acompanhar esta dinâmica atual do Setor elétrico Brasileiro.

Dentro deste contexto, as condições de compartilhamento devem ser antecipadamente explicitadas a fim de proporcionar um bom convívio sem comprometimento da vida útil da instalação.

Algumas experiências vivenciadas são exemplo para um constante melhoramento dos contratos.

PALAVRAS-CHAVE

Acessantes, Subestações compartilhadas, Instruções técnicas.

1.0 - INTRODUÇÃO

No Brasil, a fonte solar já se apresenta, junto com a energia eólica, como uma das mais promissoras formas de ampliação do nosso parque gerador elétrico. O custo da energia fotovoltaica no Brasil tem diminuído nos últimos anos com o advento de módulos, painéis solares, que utilizam materiais mais eficientes em crescente estudo no mercado, além de uma política de incentivos a energias de fontes renováveis em algumas regiões, tendo em vista que a geração de energia solar é uma das formas atuais de geração que quase não agridem o meio ambiente por ser livre de emissão de Gases do Efeito Estufa.

Para avaliar o potencial de uma região solar são considerados fatores de clima e sazonalidade, exclusão de áreas agrícolas e de reserva, proximidade de centros urbanos, bem como capacidade de escoamento de energia. Neste último requisito se enquadra a existência de subestações geograficamente e tecnicamente favoráveis para inserção dessa geração no SIN, Sistema Interligado Nacional.

Dentre os aspectos que afetam a realidade das subestações do SIN compartilhadas e definem o projeto das subestações coletoras, destacam-se os seguintes:

- Projeto de encaminhamento da linha: localização dos pórticos de entrada de linha, cruzamento de linhas;

- Localização de parque solar;
- Projeto de eletrodutos;
- Arranjo e padrão de subestações coletoras;
- Adequação de barramentos: Estudos e implantação;
- Edificações e serviços auxiliares;
- Equipamentos e materiais;
- Construção.

Portanto, o principal objetivo deste trabalho é utilizar o aprendizado de projeto e construção oriundo dos compartilhamentos com agentes geradores e transmissores na planta da Chesf para definir critérios ideais para padronização de subestações novas ou adequação das existentes, revisando as instruções técnicas de projetos que compõem o CCI, Contrato de compartilhamento de subestações, celebrado entre transmissoras, e o CCT, Contrato de conexão ao sistema de transmissão.

2.0 - COMPARTILHAMENTO DE SUBESTAÇÕES

2.1 Região da Bahia

Atualmente, o estado da Bahia conta com 102 projetos de energia eólica em operação, totalizando uma capacidade instalada de 2.526 MW, sendo o segundo maior estado brasileiro em produção de energia eólica. Este número encontra-se em crescimento com 71 projetos em construção, num total de 1.581 MW e 61 projetos em construção não iniciada, representando mais 1.226,00 MW.

A energia solar também é uma alternativa importante para aumentar a capacidade de geração, sazonalmente complementar ao regime eólico das chapadas do interior baiano e que poderá contribuir para o desenvolvimento do interior do Estado.

Conforme o Atlas solar da Bahia de 2018, o estado da Bahia possui um grande número de projetos de energia solar em implantação até o ano de 2021, o que representa cerca de 1000 MW. Atualmente já existem 317 MW em operação comercial, localizados nos municípios de Tabocas do Brejo Velho e Bom Jesus da Lapa, região do semiárido oeste baiano.

Considerando que o parque Ituverava se interliga à Subestação de Tabocas do Brejo Velho, a qual secciona uma das linhas que interligam as Subestações de Barreiras e Bom Jesus da Lapa, pode ser claramente evidenciada uma grande abordagem de geradores fotovoltaicos à Subestação de Bom Jesus da Lapa devido à sua proximidade a esta região potencialmente favorável.

2.1.1..Subestação Bom Jesus da Lapa

A subestação de Bom Jesus da Lapa 230/69 kV é do tipo AIS, isolada a ar. A grande maioria dos transformadores de potência estão em final de vida útil. Conforme solicitação da ANEEL, existem ampliações previstas em etapas próximas, as quais representarão um upgrading e uprating à instalação:

- Substituição de uma unidade transformadoras 230/69 kV de 33 MVA por outra de 100 MVA, instalação de conexões e adequações em barramentos, em execução;
- Substituição de duas unidades transformadoras (nas tensões de 230/69/13,8 kV e 230/69 kV, ambas em 39 MVA por outras de 100 MVA) em processo de outorga.

De fato, a maior alteração nos últimos três anos foi a instalação de quatro parques solares. Cada etapa da entrada desses acessantes trouxe novas abordagens para a vivência da Chesf com compartilhamento de subestações:

A ENEL foi o primeiro acessante da Subestação Bom Jesus da Lapa nos setores de 230 kV e 69 kV.

Devido à localização dos parques geradores, o percurso das linhas nas proximidades da subestação contornou parte da lateral do setor oposto até o último pórtico da entrada da linha.

Para o projeto da linha 230 kV, parte do percurso do projeto da linha aérea foi alterado, no sentido de diminuir os impactos de interferências em futuras ampliações no terreno da instalação.

Para o acesso 69 kV, como esta situação foi constatada quando da finalização da construção da linha aérea 69 kV, foi necessária a alteração do projeto de encabeçamento do último pórtico em linha aérea para trecho em cabo isolado 69 kV dentro do terreno da Chesf até afloramento na conexão da entrada de linha 69 kV, ver figura 1. Esta alteração foi realizada após a energização da linha devido ao adiantado cronograma da obra. A situação ideal seria que o acessante só executasse o projeto da linha após a aprovação junto a transmissora acessada.



FIGURA 1 – Entrada em cabo subterrâneo isolado (1) e aérea (2) EL 69 kV ENEL - SE Bom Jesus da Lapa

O terceiro acessante apresentou inicialmente equipamentos de seccionamento com características elétricas de corrente de curta duração com limite inferior ao padrão do projeto básico da instalação. Após justificativas do fornecedor e alteração de placa de identificação foi possível a aprovação de energização destes equipamentos. Este fato trouxe como aprendizado uma recomendação de utilização de Instrução técnica de equipamentos da Chesf como referência, mesmo para esses acessantes considerados segregados.

Quando da instalação do quarto acessante em 69 kV no topo do quadro, foi evidenciado em seus estudos elétricos de fluxo de potência, uma necessidade de recondutoramento parcial do quadro 69 kV em trechos maiores do que inicialmente previsto devido ao padrão diferenciado dos bays vizinhos. Esta ampliação foi de difícil execução pelas limitadas distâncias de segurança do arranjo do quadros 69 kV: barra principal de forma inferior, e barra auxiliar 69 kV superior. Assim como o cuidado necessário em desligamentos temporários em circuitos 69 kV da concessionária local.

Outro aspecto relevante dos acessantes nesta subestação elétrica foi a definição das edificações elétricas, conexão de serviços auxiliares 13,8 kV, e Geradores de emergência em região específica definida junto à linha da casa de comando, ver figura 2. Uma tendência para os mais recentes têm sido o emprego de Grupo diesel Gerador de emergência, GGE, carenado e containers pré fabricados para as casa de controle.

Conforme padrão definido foi designada uma faixa fora da área energizada e na mesma linha da Casa de comando, visando a evitar edificações junto aos bays de conexão de cada acessante no pátio energizado, assim como circulação desnecessária.

Adicionalmente, existe a definição de encaminhamento de eletrodutos, cabos de controle e de alimentação desde o pátio até às respectivas edificações de forma individual. A solução adotada por todos acessantes foi a utilização de

eletrodutos flexíveis enterrados, PEAD, e caixas de passagem. No entanto, com a instalação dos quatro acessantes ficou evidenciado um percurso razoável de “caixas de passagem” em trecho da instalação.



FIGURA 2 – Edificações e Serviços auxiliares para acessantes - SE Bom Jesus da Lapa

2.1.2.. Subestação Senhor do Bonfim II

A região próxima à cidade de Senhor do Bonfim apresenta boas características para geração eólica. Por este motivo existe um parque eólico em instalação próximo à Subestação de Senhor do Bonfim com intuito de conexão à rede básica em 230 kV.

A Subestação Senhor do Bonfim é uma subestação AIS com setores de 230 kV, 69 kV e 138 kV.

O arranjo dos barramentos no setor 230 kV é do tipo barra dupla com cinco chaves, com a particularidade de instalação física das chaves seletoras de barra sob os barramentos, o que só permite a instalação de um circuito 230 kV em um dos lados do barramento. No momento atual não há disponibilidade física para a conexão de um novo bay sem a ampliação do terreno da instalação. Como não há terreno disponível no sentido de crescimento dos barramentos, o transmissor vencedor de último leilão de fontes renováveis apresentou proposta de acesso à Subestação de Senhor do Bonfim com as seguintes particularidades condicionais:

- a. Aquisição de terreno de terceiros junto à entrada da subestação Chesf;
- b. Ampliação do barramento 230 KV em sentido contrário ao crescimento da subestação para instalação de um novo circuito em 230 kV;
- c. Demolição de guarita e edificação existentes e reconstrução da guarita no novo terreno;
- d. Guarita e Acesso de veículos temporário durante período do cronograma de obra.

A alteração proposta, figura 3, modifica bastante a rotina e a segurança física dos empregados da instalação durante o período das obras. Portanto, sua aprovação encontra-se em processo de análise antes do início da elaboração de projetos.

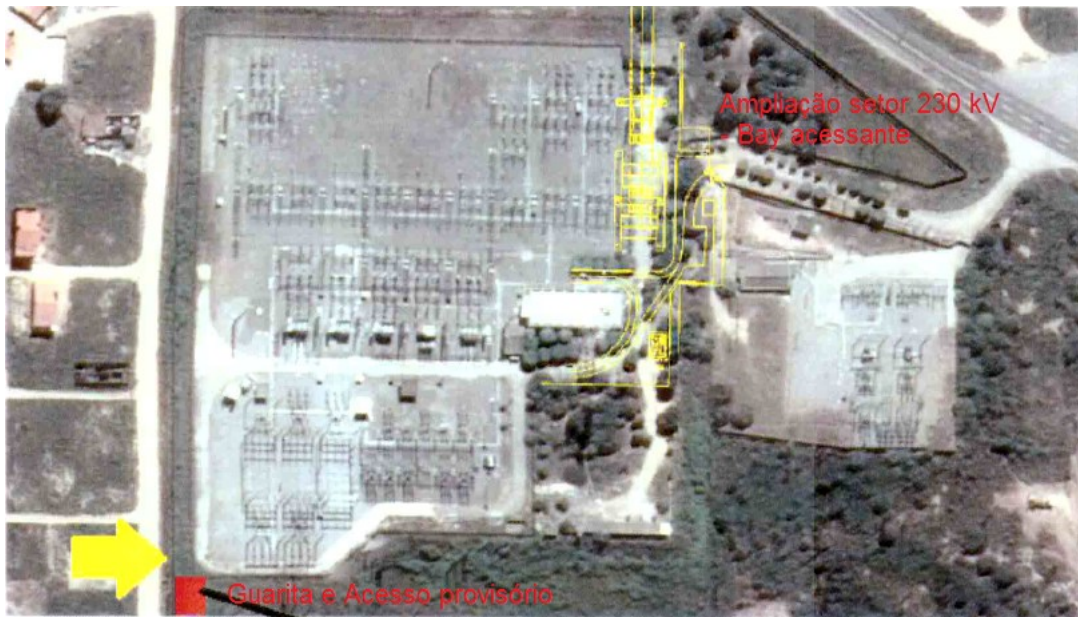


FIGURA 3 – Subestação Senhor do Bonfim - Proposta de acessante eólico.

2.2 Região do Piauí

O estado do Piauí possui a quinta capacidade eólica instalada no Nordeste de 1.443,10 MW, com previsão de expansão no sul do estado.

Segundo a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), o Piauí foi o terceiro estado brasileiro em produção de energia eólica nos primeiros sete meses de 2018, quando o estado entregou 576,9 MW, perdendo em produção apenas para a Bahia e Rio Grande do Norte.

Em termos de energia fotovoltaica possui a maior usina solar da América Latina em Ribeira do Piauí, Nova Olinda, do Grupo ENEL, operada pela Enel Green Power Brasil Participações LTDA, com 292 MW de capacidade instalada.

Também há uma nova Usina em instalação, no município de São Gonçalo do Piauí, cuja capacidade será maior. Juntos, os dois segmentos de energia eólica e solar já ultrapassam 2 GW de capacidade instalada de energia renovável.

Adicionalmente, dentro das obras previstas para ampliação do SIN há subestações da planta Chesf com ampliações definidas nos Planos de ampliação, conforme estudos da EPE.

2.2.1..Subestação São João do Piauí

A subestação de São João do Piauí é uma Subestação AIS com setores de 500 kV, 230 kV e 69, possui um banco de Autotransformadores com capacidade de 300 MVA, e mais a instalação de um 2º Banco de autotransformadores previsto para os próximos três anos.

Na planta da Chesf é uma das subestações compartilhadas com maior número de acessantes, figura 4, atualmente existem cinco: SJT, Taesa, State Grid, ENEL e Atlantic, a grande maioria no setor 500 kV:

- a. Três acessantes com contratos de concessão, oriundos de leilão da transmissão;
- b. Dois acessantes geradores, sendo um fotovoltaico no setor 500 kV, Nova Olinda, e outro eólico no setor de 230 kV, Lagoa do Barro.



FIGURA 4 – Subestação São João do Piauí – 500 kV

Conforme Arranjo físico – Planta, para o setor 500 kV é visível que as edificações de cada acessante ficaram instaladas próximas aos respectivos bays, como se fossem pequenos clusters individuais, ver figura 4. Além das distâncias do setor 500 kV, o fato dos primeiros acessantes terem se instalado a alguns anos cada um com sua edificação de comando e controle conforme necessidades próprias, indicaram uma necessidade de revisar edificações para acessantes nas instruções técnicas da Chesf.

3.0 - SUGESTÕES PARA SUBESTAÇÕES COMPARTILHADAS

3.1 Padronização das edificações de acessantes

O crescente aumento no número de agentes acessantes nas instalações da Chesf pertencentes ao SIN gerou a necessidade de padronização das edificações de comando e controle com o objetivo de racionalização dos espaços e infraestrutura disponíveis.

Nas instalações mais antigas, em geral, existe disponibilidade de área para construção de novas edificações. Porém a necessidade de compartilhamento dos acessos internos e externos ao pátio, bem como a viabilidade de novas rotas para passagem de cabos eletrodutos e se necessário o abastecimento de água e as soluções para o destino final de esgoto, têm trazido importantes desafios para adequação destas subestações.

Para as instalações mais novas, a disponibilidade de área para construção de novas edificações tem se apresentado como uma das variáveis com maior dificuldade de compatibilização. Nestas subestações em cuja etapa inicial de implantação foram previstas áreas menores para expansão ou em subestações compactas, a restrição de áreas para construção de novas edificações é um fator limitante.

Diante desta nova realidade e com o objetivo de racionalizar a utilização destas áreas cada vez mais restritas para construção de novas edificações, foram elaborados projetos de padronização destas construções, com áreas limitadas já definidas para as casas de comando e controle dos novos acessantes.

A edificação padrão possui área construída de 47m² (quarenta e sete metros quadrados) e layout que prevê espaço disponível para 14 (catorze) painéis de controle e sala de baterias, figura 5. A especificação indica construção com materiais mistos, concreto armado e alvenaria de blocos. Todavia o método construtivo e os materiais podem ser adequados aos requisitos e necessidades do agente acessante. Temos exemplo de aplicação desta mesma edificação com elementos pré-moldados de concreto armado e também com estrutura metálica pré-fabricada similar a um eletrocentro.

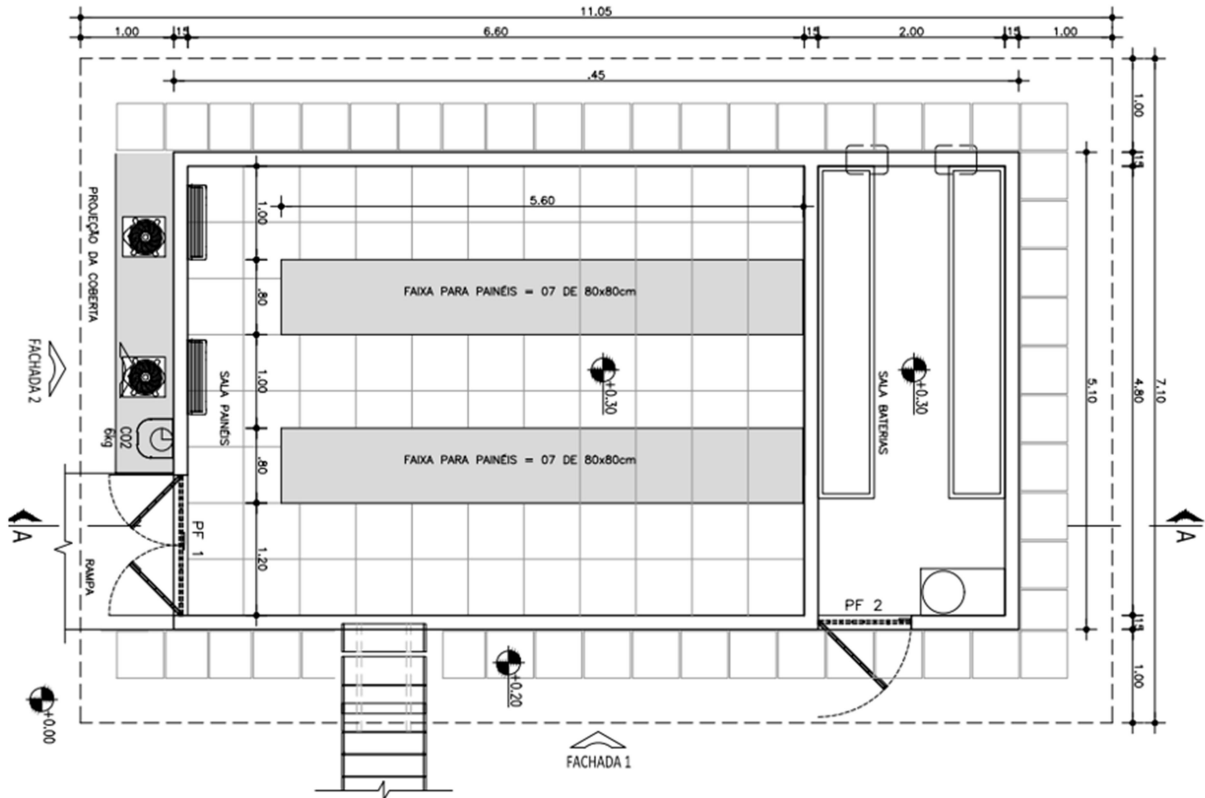


FIGURA 5 – Edificação de comando e controle padrão para acessantes - Planta Baixa

Para os acessantes que necessitarem de áreas para banheiros, copa e salas de reunião foi projetada uma edificação de apoio que poderá ser compartilhada entre os diversos agentes. Desta forma pode-se racionalizar o espaço útil disponível para novas edificações bem como a infraestrutura necessária para abastecimento de água potável e destino final de esgoto dentro de uma mesma subestação. Esta edificação padrão possui área construída de 32m² (trinta e dois metros quadrados) e layout que prevê espaço disponível para dois banheiros (masculino e feminino), uma pequena copa para preparo de refeições e sala de reunião, figura 6. A especificação indica construção com materiais mistos, concreto armado e alvenaria de blocos. Todavia o método construtivo e os materiais podem ser adequados aos requisitos e necessidades do agente acessante.

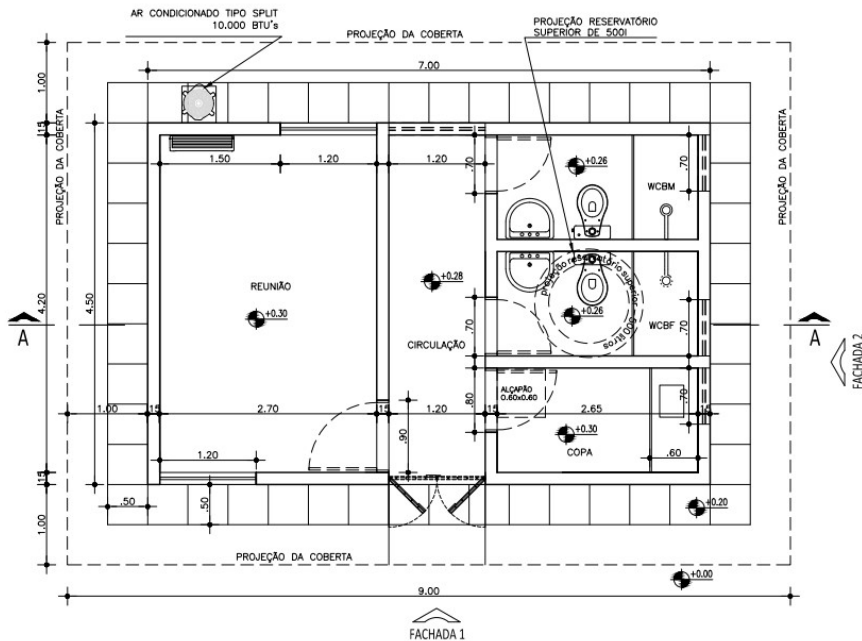


FIGURA 6 – Edificação de apoio padrão para acessantes - Planta Baixa

3.2 Instruções e Especificações técnicas

Para que se tenha uma boa condução das atividades fez-se necessário disponibilizar o detalhamento das informações e requisitos necessários aos acessantes, descritos nas Instruções técnicas vigentes.

Para os requisitos de projetos, a depender do assunto e questão de doação de acessos, são recomendadas:

1. Orientações para acessantes - Obrigações e responsabilidades – Modelo segregado.
“Define os requisitos básicos do Sistema de Interface de Medição, Proteção, Comando, Controle e Supervisão (MPCCS) entre a ACESSADA e o ACESSANTE.”
2. Critérios para Atendimento às Necessidades e Padrões da Chesf, Rede de Telecomunicações Corporativas - Conexão de Acesso na Rede Básica da Chesf.
3. Diretrizes gerais para elaboração de projetos eletromecânicos e civis de subestações.
4. Especificação Técnica: Projeto eletromecânico de subestações.
5. Especificações Técnicas de equipamentos e materiais de subestações.

Já foi vislumbrada no passado a possibilidade de agregar todas as informações em uma Instrução técnica única para acessantes. No entanto, a existência de informações de áreas técnicas distintas na empresa além da dinâmica das revisões não convergiria para um documento que se manteria atualizado. Sendo preferível a coletânea das Especificações e Instruções técnicas vigentes a depender da aplicação.

Algumas dificuldades vivenciadas em contratos de acessante finalizados e respectivas melhorias ou recomendações estão descritas na Tabela 1.

TABELA 1 - Problemas x Melhorias

Problemas antigos	SGD – Plataforma digital	Instruções adequadas	Gestão de Cronograma *
Acessantes			
Envio de projetos após Compra de equipamentos	Há tópicos para upload dos projeto de equipamentos e materiais	Disponíveis desde 1ª reunião	Procurar equipamentos homologados (doação)
Entrega de projetos para Análise na área errada	Upload por tópicos já destina para analista na área correta		
Demora a ter ciência de Reprovação para revisão	Análise e-RAT, recebida < 24h por e-mail		
Edificações de acessantes espalhadas no pátio		Casas de comando e controle em faixa próxima à casa de comando e fora do pátio (230 kV, 138 kV e 69 kV), quando o padrão existente permitir.	
Atraso na obra (ampliação de Quadro ou seccionamento de LT)			Gestão deve acionar ANEEL/ONS para tratar consequências
Edificações inadequadas (Área classificada)		Cuidado na compra e aplicação de material adequado à Norma e Especificação Técnica - ET	
Acessada			
Demora emissão RAT e CI, documentos carimbados, envio Por Correios	SGD emite E-RAT <24h		Análise mais rápida e eficiente
Informações incompletas ou Instruções técnicas divergentes		Interação entre áreas para compatibilização de Instruções técnicas e ET	
Recebimento de desenhos “Liberados para construção” (Fiscalização)	Acesso aos desenhos aprovados na internet – SGD, a qualquer momento		Melhor programação das equipes de fiscais
*Na Chesf é uma Gestão de acompanhamento			

3.3 Gestão de documentação técnica

Uma das atividades mais importantes dos empreendimentos com acessantes em subestações compartilhadas é a condução da aprovação do projeto executivo.

Normalmente há mais de um agente acessante, projetistas e empresa construtora, os quais necessitam acompanhar a documentação técnica de projeto em sua revisão vigente.

Ao mesmo tempo, a acessada possui corpo técnico dividido por assunto o que demanda uma necessidade de encaminhamento à área responsável técnica correta para análise em tempo hábil, a fim de atender aos prazos contratuais e cronograma.

A solução encontrada para otimizar estes problemas foi a utilização de uma Plataforma de gestão de documentos via internet. Assim o “SGD – Sistema de Gestão de Documentos” da Chesf hoje é uma ferramenta que permite uma interface rápida e amigável para análise, aprovação e consulta dos projetos em tempo real.

Nesta plataforma existe o banco de dados dos usuários por perfil, documentos por subestação/contrato em processo de análise e aprovação, permitindo a disponibilização de uma biblioteca de projetos necessária ao empreendimento para os usuários designados.

O Relatório de Análise técnica digital, ‘E– RAT’, é gerado automaticamente e encaminhado por email ao requisitante da análise do projeto, informando o status de aprovação com ressalvas, permitindo que o mesmo responda às alterações necessárias em um menor tempo possível, evitando também o envio de correspondência e cópias de desenhos em papel com carimbo de análise/aprovação. Portanto, também contribui para uma forma racionalizada de uso de papel dentro de critérios de sustentabilidade da empresa.

Além dessas vantagens de redução de tempo de análise, há a possibilidade da análise de documentação quando em serviço externo via web.

Na figura 7 é possível visualizar o menu de um empreendimento e status de parte da documentação associada.

INÍCIO **SUPORTE** **RELATÓRIO** **SAIR**

MPD-EM-0001

LISTA DE DOCUMENTOS - ELETROMECÂNICO **CONTRATO: CCT-033/2017**

ELETROMECÂNICO (EM) - Arranjo Físico (Plantas e Cortes)

ITEM	NÚMERO	DESCRIÇÃO	REV.	GRD	ENVIO	PRÓPOSITO	SITUAÇÃO	PRAZO	ARQUIVO PDF	ARQUIVO DWG
2	1HBR1744008-302	Arranjo Físico - Planta	0	GRD-006-2017	05/04/2018	PA	APROVADO	7 Dia(s)		
3	1HBR1744008-303	Arranjo Físico - Cortes	0	GRD-012-2017	05/04/2018	PA	APROVADO	7 Dia(s)		
8	1HBR1744008-308	SPDA	0	GRD-020-2017	05/04/2018	PI	APROVADO	7 Dia(s)		
12	1HBR1744008-315	SPDA - Casa de Comando	0	GRD-020-2017	05/04/2018	PI	APROVADO	7 Dia(s)		

APROVADO (100%) | REPROVADO (0%) | CANCELADO (0%) | CIENTE (0%) | SEM STATUS (0%)

ELETROMECÂNICO (EM) - Desenho Unifilar e Planta de Situação

ITEM	NÚMERO	DESCRIÇÃO	REV.	GRD	ENVIO	PRÓPOSITO	SITUAÇÃO	PRAZO	ARQUIVO PDF	ARQUIVO DWG
1	1HBR1744008-301	Planta de Localização	0	GRD-006-2017	04/04/2018	PA	APROVADO	6 Dia(s)		

FIGURA 7 – Sistema de Gestão de Documentos – SGD Chesf

4.0 - CONCLUSÃO

A convivência entre diversos agentes geradores e transmissores numa mesma instalação do SIN requer atendimento aos Requisitos técnicos de Procedimento de redes, Instruções técnicas e contratuais.

Os órgãos reguladores participam, principalmente, das etapas iniciais dos processos autorizativos e contratuais, assim como na etapa final de comissionamento e liberação para operação. Entretanto, são nas etapas intermediárias que acontecem situações, as quais podem prejudicar o atendimento aos requisitos. Em especial quando mais de um agente está se instalando numa mesma subestação, onde pequenos atrasos pode prejudicar a todos.

A prática tem demonstrado que a utilização de ferramentas para agilizar trâmite e transparência de documentação de projetos, e uma gestão participativa com 'workstatments' tem ajudado nos resultados. Adicionalmente, recomenda-se a padronização do projeto de novas subestações com visão para compartilhamento entre agentes desde sua concepção, abordando tópicos como serviços auxiliares, urbanização, arranjos, etc. Esta será uma boa contribuição para um futuro próximo.

5.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Atlas Solar da Bahia, 2018.
- (2) ONS, Procedimentos de rede - Módulos 2 e 3.
- (3) Cigré, SB B3 – 532: The Substation Uprating and Upgrading, April 2013.
- (4) <http://www.seplan.ba.gov.br>, Abril 2019.
- (5) 300-CHESF-ET-PJ-DG, Diretrizes gerais para elaboração de projetos de subestações, Chesf, Abril 2019.

6.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



Xavier, Cinthia Souza dos Santos
Engenheira Elétrica Eletrotécnica – UFPE
Mestrado Profissional em Sistemas de Energia Elétrica - UFCG

Engenheira na Telemar Norte Leste
Engenheira no Departamento de Engenharia de Subestações – Chesf (atual)

Da Fonte, Felipe Luna Freire
Engenheiro Civil – UFPE
Mestrado em Engenharia Civil - UFPE

Engenheiro no Departamento de Engenharia de Subestações – Chesf (atual)