

ATIVAÇÃO DE UMA SUBESTAÇÃO DE 69 KV: ANÁLISE DE CONFORMIDADE NORMATIVA NA UFAL A.C. SIMÕES

COMMISSIONING OF A 69 KV SUBSTATION: REGULATORY COMPLIANCE ANALYSIS
AT UFAL A.C. SIMÕES

ACTIVACIÓN DE UNA SUBESTACIÓN DE 69 KV: ANÁLISIS DE CUMPLIMIENTO
NORMATIVO EN UFAL A.C. SIMÕES

Arthur Pereira da Costa¹
Igor Cavalcante Torres²
Wellinsilvio Costa dos Santos³

RESUMO: Este trabalho realiza uma análise técnica preliminar de uma subestação de 69 kV inativa no campus A.C. Simões da Universidade Federal de Alagoas, visando adequá-la às atuais normas da concessionária Equatorial Alagoas. Por meio de visitas técnicas e análises normativas, identificaram-se inconformidades estruturantes nos projetos civil, elétrico e eletromecânico originais, afetando o dimensionamento de transformadores, disjuntores e barramentos. Apesar da necessidade de reformulações profundas na infraestrutura, a construção de uma nova subestação da concessionária nas proximidades da universidade configura uma oportunidade logística viável para a efetiva interligação em alta tensão, permitindo a regularização da unidade consumidora atualmente conectada em 13,8 kV, mas com iminente transição para conexão para 69 kV.

1

Palavras-chave: Subestação 69 kV. Alta tensão. Rede de Distribuição.

ABSTRACT: This study presents a preliminary technical analysis of an inactive 69 kV substation at the Federal University of Alagoas' A.C. Simões campus, aiming to bring it into compliance with the current standards of the utility company Equatorial Alagoas. Through technical site visits and regulatory analysis, fundamental non-conformities were identified in the original civil, electrical, and electromechanical designs, affecting the sizing of transformers, circuit breakers, and busbars. Despite the need for extensive infrastructure redesign, the construction of a new utility substation near the university presents a viable logistical opportunity for effective high-voltage interconnection, enabling the regularization of the consumer unit—currently connected at 13.8 kV but facing an imminent transition to a 69 kV connection.

Keywords: 69 kV Substation. High Voltage. Electric Power Distribution Network.

¹Mestrando do Programa de Pós-graduação em Energias Renováveis da Universidade Federal de Alagoas.

²Orientador: Docente do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas. Doutor em Tecnologias Energéticas e Nucleares pela Universidade Federal de Pernambuco.

³Coorientador: Docente do Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Alagoas. Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Campina Grande.

RESUMEN: Este trabajo presenta un análisis técnico preliminar de una subestación inactiva de 69 kV en el campus A.C. Simões de la Universidad Federal de Alagoas, con el objetivo de adaptarla a los estándares actuales de la compañía eléctrica Equatorial Alagoas. Mediante visitas técnicas y análisis normativos, se identificaron inconsistencias estructurales en los diseños originales de obra civil, electricidad y electromecánica, que afectan al dimensionamiento de transformadores, interruptores y barras colectoras. A pesar de la necesidad de profundas reformas de infraestructura, la construcción de una nueva subestación por parte de la compañía eléctrica cerca de la universidad representa una oportunidad logística viable para una interconexión de alta tensión eficaz, lo que permitirá regularizar la unidad consumidora actualmente conectada a 13,8 kV, pero con una transición inminente a una conexión de 69 kV.

Palabras clave: Subestación de 69 kV. Alta tensión. Red de distribución de energía eléctrica.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento tecnológico e a consequente disponibilização de mais equipamentos e serviços para a sociedade vêm quase sempre acompanhado pela maior necessidade de consumo de eletricidade (GUO *et al.*, 2022), seja para atender os inovadores processos produtivos do setor industrial, seja para o suprimento de energia elétrica para uma carga residencial cada vez mais peculiar (ORTIZ-PEÑA *et al.*, 2025).

Segundo a Agência Internacional de Energia (IEA, do inglês *International Energy Agency*) (2025), o consumo de eletricidade mundial deve crescer próximo de 4% ao ano até 2027, impulsionado pelo uso crescente e robusto no setor industrial, pelo aumento da demanda de energia por sistemas de condicionamento de ar, pelo acelerado processo de eletrificação, especialmente no setor de transportes, e pela expansão rápida de novos empreendimentos de tecnologia, como os *data centers*.

No setor de consumo de energia elétrica do Brasil, a interligação de uma carga em uma rede de distribuição é feita por meio das concessionárias de energia, que estabelecem contratos de fornecimento com as unidades consumidoras, esses são firmados com base nas características de carga, normas técnicas de conexão e legislações competentes. Os clientes conectados à rede elétrica são cobrados com base não somente no consumo de energia elétrica, isso porque para além do consumo é de interesse da operadora da rede de distribuição que determinadas condições de disponibilidade e demanda sejam estabelecidas. Nesse ponto, surge o faturamento da energia com base na potência máxima a ser solicitada da rede, a chamada de demanda contratada, e na segmentação horária da fatura de consumo e demanda de energia nos horários de ponta e fora de ponta (BRASIL, 2021). A formação do valor total se dá pela adição desses dois débitos.

As instalações elétricas destinadas ao fornecimento de energia para a Universidade Federal de Alagoas (UFAL) no Campus A.C. Simões estão conectadas à rede de distribuição da EQ-AL e possuem características peculiares: são interligadas por uma rede de Média Tensão (MT) de 13,8kV, têm um contrato de demanda não segmentado de 2.700 kW (A4 Verde) e o consumo médio é de aproximadamente 900 MWh mensais.

O contrato com a concessionária de energia classifica a UFAL como cliente do subgrupo A4. Contudo, legalmente esse contrato não poderia ser formalizado, já que a limitação de demanda para esse subgrupo de clientes é de 2.500 kW, segundo a Resolução nº 1000 da ANEEL (RES-1000/2021) (BRASIL, 2021). A unidade deveria ser então tomada como do subgrupo A3 e modalidade tarifária Azul, o que necessitaria de uma rede de suprimento em Alta Tensão (AT) de 69kV.

Apesar da UFAL já ter uma subestação de 69kV, esta encontra-se inativa e tem data de construção anterior à concessão da atual concessionária de energia do estado, de modo que é preciso fazer alterações nas suas instalações para adequações que gerem conformidade com as atuais normas técnicas em vigor.

Dada a necessidade de adequação da UFAL Campus A.C. Simões para a conexão com a rede de distribuição em AT da concessionária, este trabalho apresenta um panorama inicial para fundamentar um estudo técnico preliminar da Superintendência de Infraestrutura da UFAL (SINFRA/UFAL) sobre as adequações a serem realizadas nas instalações da subestação inativa. A análise foi realizada considerando visitas técnicas à subestação, bem como verificando inconformidades com as normas técnicas NT.00003 (EQUATORIAL, 2025) e 00026 (EQUATORIAL, 2024) da EQ-AL. Além disso, é objetivo desta pesquisa a divulgação do estudo técnico de engenharia executado de forma a fomentar a importância da educação em engenharia na produção de conhecimento para a própria universidade e seus gestores, especialmente na tomada de decisão, a fim de conduzir à uma administração que seja capaz de otimizar recursos ao mesmo tempo que produz-se um ambiente de afloramento de práticas profissionais importantes para a formação em engenharia.

MÉTODOS

A concessionária de energia define um padrão ou um conjunto de padronizações específicas para os projetos das subestações, que se assemelham, de forma geral, mas diferenciam-se nos detalhes, arranjos construtivos e especificação de equipamentos. Em

Alagoas, clientes de AT podem ser conectados em 69 kV ou 138 kV, o que depende das características da rede de suprimento disponível, da carga instalada, da demanda contratada e demais especificidades dos equipamentos da Unidade Consumidora (UC). O grupo Equatorial Energia, que detém a concessão da rede de distribuição do estado, possui uma série de regulamentações que visam padronizar os projetos de construção de subestações e os critérios para ligações de ramais de AT, dentre as quais pode-se citar as Normas Técnicas NT.00003 e NT.00026. A NT.00003 trata de critérios gerais para clientes que desejem ser conectados em AT, já a NT.00026 fornece parâmetros para os projetos de subestações com classes tensões de 15 kV a 145 kV.

A tensão primária para clientes em AT é sempre maior ou igual a 69 kV. Esse tipo de conexão é previsto na RN-1000/2021 da ANEEL (BRASIL, 2021) para unidades consumidoras com demanda contratada superior a 2.500 kW. Os demais clientes com demandas inferiores podem ser atendidos nesses níveis de tensão a critério da concessionária, no caso haver equipamentos que prejudiquem os demais clientes conectados em MT ou quando por conveniência técnico-econômica.

Além disso, as cargas com especificidades pertencentes ao consumidor, como: motores, fornos a arco e demais equipamentos com alto percentual de geração de harmônicos, são tomadas como especiais pela concessionária no processo de conexão. Esses equipamentos são sujeitos a condições específicas no que diz respeito a parâmetros de qualidade de energia. Conforme normativo da EQ-AL os parâmetros a serem verificados são: variação de tensão, flutuação de tensão (limite de 0,25% para fornos a arco) e limites de distorções harmônicas totais (6% para tensões nominais de 13,8 kV a 69 kV, 3% no intervalo de 69 kV a 230 kV). Nesse caso, o cliente deve submeter à concessionária um estudo técnico com detalhes operacionais e previsão de impacto ao sistema ao qual deseja ser conectado.

O fluxograma geral do projeto de uma subestação deve seguir os passos de: Planejamento; Projeto Civil; Projeto Eletromecânico; Projeto Elétrico; Projeto de Automação; Aquisição de Equipamentos; Comissionamento; e, Energização. A concessionária define o processo de conexão de unidades consumidoras de AT baseando-se em um fluxo esquematizado repartido em estágios, dos quais pode-se citar os principais:

Solicitação de Orçamento: Dada como uma consulta inicial antes da construção para verificar a disponibilidade de orçamento ou da conexão na dita tensão primária. Dentre os documentos solicitados nesta etapa, tem-se: anteprojeto com planta de situação, diagrama unifilar preliminar, informações sobre geração própria, etc.

Conexão Temporária: É a conexão destinada ao fornecimento de energia para execução das obras de conexão ou construção da subestação.

Projeto da subestação e da Conexão de Entrada: Projeto destinado à apresentar as plantas técnicas gerais, licenças ambientais e de órgãos públicos, memorial descritivo (natureza das atividades, data prevista de conexão, potências, cargas, cálculo de demanda, cronograma, etc.), planta de situação, diagrama unifilar detalhado, estudo de coordenação e seletividade da proteção, arranjo físico de estruturas e equipamentos, planta e detalhes da malha de terra, etc.

Projeto da Linha de Distribuição: Este é condicionado a opção de construção ao acessante; caso haja desejo de elaboração, deve-se incluir planta de situação, mapa-chave da rede, desenho planialtimétrico, diagrama unifilar e autorização federal. Adicionalmente, detalhes da região de implantação da conexão em AT devem ser especificados, como: redes existentes, ferrovias, rios, áreas de vegetação, aeródromos, etc.

Prazos de Análise e Aceitação do Projeto da subestação: É de responsabilidade da concessionária analisar o projeto da subestação do ponto de conexão até a proteção geral de média tensão. Na EQ-AL, o projeto quando aceito tem validade de 12 meses no qual deve-se apresentar a solicitação de conexão.

Vistoria e Instalação do Sistema de Medição: A construção do ponto destinado à medição para faturamento é responsabilidade da UC. As normas da EQ-AL prevêm que a concessionária é responsável por instalar os transformadores e medidores. O prazo é de 10 dias úteis para vistoria e instalação, após a solicitação.

A UFAL Campus A.C. Simões é suprida por uma rede de distribuição de MT de 13,8 kV da concessionária EQ-AL. O grupo tarifário da unidade é o A e a característica de fornecimento é dada conforme o subgrupo A4, tensão de conexão superior ou igual a 2,3 kV e inferior ou igual a 25 kV. A modalidade tarifária da instituição é a Horária Verde, dada por meio de uma tarifa de demanda sem segmentação horária e uma tarifa de consumo segmentada para os horários de ponta e fora de ponta.

5

O campus A.C. Simões da UFAL possui uma subestação abaixadora 69/13,8 kV – 2 x 5,0/6,25 MVA. O empreendimento já encontra-se instalado nas proximidades do Complexo Esportivo da UFAL, nas proximidades do Instituto de Computação (IC), conforme Figura 1, sendo projetado e construído entre os anos de 2012 a 2013. Contudo, não entrou em operação desde a sua finalização.

Quando instalada, esta subestação visou a adequação da característica de fornecimento com o contrato de demanda adotado, A demanda contratada pelo campus A.C Simões até meados de 2009 já era de 2.200 kW, mas passou à época, em função de sua expansão, para 2.700 kW e com perspectiva estabelecida de alcançar em em um futuro breve a marca dos 3.000 kW. Desta forma, já era evidente que, para atender à demanda de energia do Campus A.C. Simões, a universidade precisaria se preparar para receber alimentação de uma linha de 69 kV, conforme estabelecido na RES-1000 da ANEEL, conforme disposto no Quadro 1.

Atualmente, nas proximidades do Bairro Cidade Universitária, há uma subestação de 69

kV da concessionária a qual está a uma distância inferior a 1 km do campus A.C. Simões, como pode ser visto na Figura 1. No projeto original a linha de conexão para a subestação de 69 kV apresentava um comprimento aproximado de 7 km. Na Figura 2 tem-se explicitamente a redução do trajeto da linha de distribuição de AT para conexão da subestação, possível devido à nova subestação de 69 kV da EQ-AL instalada nas proximidades. Contudo, para interligação, tem-se a necessidade de adequação das antigas instalações da subestação da UFAL, visto que, tem data de construção anterior à vigência das normas técnicas NT.00003 e NT.00026 da Equatorial, que tratam sobre as regras de fornecimento e projetos de subestações de energia elétrica.

Figura 1 – Vista superior da UFAL A.C. Simões com destaque para a subestação de AT inativa (SE 69kV UFAL), da subestação de AT da Equatorial (SE 69kV EQUATORIAL) e o Instituto de Computação (IC/UFAL).



Fonte: Adaptado do Google Maps (2026).

Quadro 1 – Tensão de conexão e modalidade tarifária para as unidades consumidoras do grupo A.

Subgrupo	Tensão de conexão (V_N)	Demanda contratada (D_C)	Modalidade Tarifária	
			Verde	Azul
A1	$V_N \geq 230kV$	$D_C > 2500kW$	-	X
A2	$88kV \leq V_N \leq 138kV$		-	X
A3	$V_N = 69kV$		-	X
A3a	$30kV \leq V_N \leq 44kV$	$D_C \leq 2500kW$	X	X
A4	$2,3kV \leq V_N \leq 25kV$		X	X
AS	$V_N < 2,3kV$		X	X

Fonte: BRASIL (2021).

Desse modo, considerando os critérios de demanda energética, observados desde o longínquo ano de 2012, e a resolução normativa vinculada anteriormente, torna-se evidente a necessidade de ativação da SE 69/13,8 kV da UFAL. Adicionalmente, deve-se considerar que tem-se um aparato significativo de equipamentos já instalados, os quais encontram-se

atualmente sem uso e muitos deles ao tempo, comprovando significativo desperdício de utilidade, bem como provocando prejuízos gradativos, visto que possuem alto valor.

Figura 2 - Comparativo do trajeto da linha de transmissão do: (a) Projeto de 2012 e o (b) Trajeto proposto devido a instalação de uma SE de 69 kV da Equatorial Alagoas no Bairro Cidade Universitária.



Fonte: adaptado do Google Maps (2026).

A metodologia de pesquisa utilizada neste trabalho teve como objetivo a elaboração de um relatório técnico com os principais ajustes a serem realizados nas instalações atuais da subestação de 69 kV da UFAL de modo a fundamentar um estudo técnico preliminar da Superintendência de Infraestrutura da universidade (SINFRA/UFAL). Os estágios de pesquisa consistiram em visitas técnicas ao local da instalação, consulta das plantas e memoriais descritivos do projeto original de 2012 e análise de congruência com os normativos atuais da EQ-AL, NT.00003 e 00026.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir de uma série de visitas técnicas às instalações da subestação de 69 kV da UFAL e a análise das normas técnicas da EQ-AL foram levantados uma lista de pontos a serem corrigidos e explicitados no estudo técnico preliminar elaborado pela SINFRA/UFAL. As Figuras 3 à 5 apresentam um conjunto de registros das instalações elétricas do empreendimento e serviram de base, junto dos projetos elétrico e eletromecânico e do memorial descritivo, para um levantamento técnico preliminar das adequações mínimas necessárias para ativação dos equipamentos.

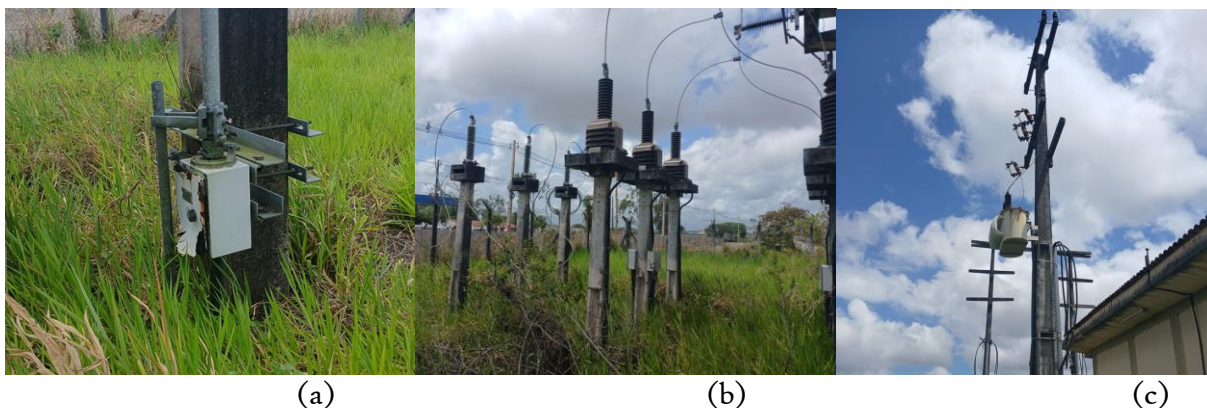
A primeira adequação verificada diz respeito à proteção contra curto-circuito e seccionamento. O padrão técnico da EQ-AL estabelece que proteção de alta tensão dos transformadores deverá ser feita através de disjuntor e que caso haja previsão de instalação de um segundo transformador ou saída de linha no barramento do lado de maior tensão, então não deve-se instalar disjuntor na entrada da linha, devendo ser instalado apenas na conexão de cada transformador ou saída de linha conectada ao barramento. Nesse caso a falta do disjuntor deverá ser compensada com a inclusão de chave seccionadora com lâmina de terra voltada para o lado da linha de distribuição. Contudo, como pode ser verificado há dois transformadores instalados na subestação da UFAL, havendo apenas um disjuntor para proteção de linha. Não há proteção em AT individualizada para cada transformador, apenas disjuntores instalados no lado de média tensão em cubículos na casa de comando.

Figura 3 - Vista da subestação de 69 kV da UFAL com destaque para os transformadores de força de 5/6,25 MVA.



Fonte: elaborado pelos autores (2026).

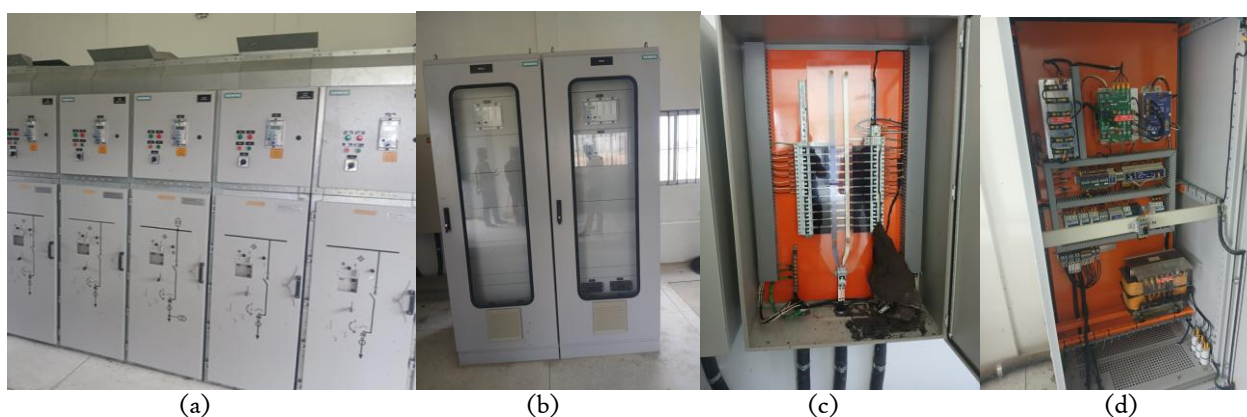
Figura 4 - Vista externa da subestação de 69 kV da UFAL com destaque para (a) Chave seccionadora manual, (b) Transformadores de Corrente e Potencial (TP e TC) e Para-raios de entrada, e (c) Transformador de Serviço Auxiliar (TSA).



Fonte: elaborado pelos autores (2026).

Os transformadores instalados na subestação são do tipo à óleo mineral isolante. Segundo as normas da EQ-AL os transformadores a óleo mineral devem ser instalados sobre bacia de contenção e caso haja outro transformador ou edificação em suas proximidades estes deverão ser separados por parede corta-fogo. Contudo, no projeto finalizado em campo a bacia de contenção está inacabada, bem como não foi verificada a construção de uma parede corta-fogo entre os equipamentos, tanto no projeto, quanto na prática.

Figura 5 - Vista interna da casa de comando da subestação de 69 kV da UFAL com destaque para (a) Cubículos dos disjuntores de média tensão, (b) Painel de Proteção e Controle (PPC), (c) PAINEL de Serviço Auxiliar de Corrente Alternada (PSA-CA) e (d) PAINEL de Serviço Auxiliar de Corrente contínua (PSA-CC).



Fonte: elaborado pelos autores (2026).

Um ponto crítico do projeto foi a especificação do Transformador de Serviço Auxiliar (TSA) instalado, isso porque a EQ-AL usa padronização para tal equipamento com tensão de alimentação no primário em média tensão de 13,8 kV, potência nominal de 75 kVA, tensão nominal do secundário em 380/220 V e prevê que seja instalado sobre capitel ou em poste de concreto duplo “T” 600/11. No projeto de campo foi verificadas características diferentes: um transformador trifásico de 45 kVA, 13,8 kV/220-127 V e poste de concreto armado duplo “T” 400/11.

Os barramentos da subestação também não apresentaram adequação com os padrões atuais da concessionária. Segunda na NT.00026 da EQ-AL os barramentos devem ser implementados com tubos de 2” em liga de alumínio extrudado para os barramentos de média tensão (13,8 kV, 23,1 kV e 34,5 kV) e por cabo de alumínio nu, sem alma de aço, bitola 636 MCM, código ORCHID, para os barramentos de alta tensão de 69kV. Na prática verificou-se em projeto que os materiais utilizados foram cabo de Alumínio CA de 107 mm² para o lado de 69 kV e cabo blindado 8,7/15 kV de 120 mm² (dois por fase) para o lado de 13,8 kV.

As inadequações verificadas anteriormente bem como demais pontos específicos foram registrados no Quadro 2 de modo a compilar as principais informações para elaboração do estudo técnico preliminar. De forma geral, como analisado anteriormente, os principais problemas encontrados referem-se às mudanças implementadas nas normas técnicas da concessionária desde a construção do empreendimento.

Quadro 2 - Lista de adequações a serem realizadas por equipamento.

Equipamento	Problema de projeto	Adequação a ser realizada
Disjuntores de AT	Não prevê disjuntor AT para proteção de cada transformador de potência.	Alterar o projeto antigo de modo a adicionar disjuntores AT para proteção dos dois transformadores.
Transformadores de Potência	Falta a parede corta-fogo.	Testes de comissionamento de funcionamento e adequação no arranjo.
Transformador de Serviço Auxiliar	Potência, tensão secundária e poste de instalação inadequados.	Trocar transformador instalado e o poste adotado para instalação deste.
Barramentos de MT e AT	Dimensionamento inadequado ou desatualizado.	Trocar o modelo dos barramentos inicialmente instalados.
Banco de Capacitores	O projeto previa a instalação de um banco de capacitores, mas este não foi encontrado no pátio da SE.	Localizar o banco de capacitores e verificar sua instalação face às mudanças sugeridas anteriormente.
Linha de Transmissão AT	Prevê uma SE não construída pela concessionária.	Utilizar os 1 km de estruturas já fixadas e adaptar os postes já adquiridos para concretização do projeto.
Projeto Civil	Padrão construtivo desatualizado.	Revisar o projeto para adequar ao padrão atual exigido pela concessionária.

10

Fonte: elaborado pelos autores (2026).

CONCLUSÃO

Este trabalho realizou uma análise técnica das instalações da subestação de 69 kV inativa da UFAL Campus A.C. Simões de modo a fundamentar um estudo técnico preliminar da SINFRA/UFAL. Foi verificado que os projetos elétrico e eletromecânico originais apresentam inconformidades estruturantes em seus principais itens, arranjos e conexões, como: a

configuração dos transformadores de potência; a potência, instalação e conexão do transformador de serviço auxiliar; a quantidade e arranjo de disjuntores de AT; e, as dimensões físicas e tipologia dos barramentos de MT e AT. A linha de distribuição de AT a ser construída apresenta apenas metade das dimensões inicialmente projetadas para o empreendimento original, contudo tem-se uma oportunidade considerável para a efetiva interligação do sistema, vista a construção de uma subestação de 69 kV da concessionária nas proximidades da universidade. Já o projeto civil necessita de adequações estruturantes, especialmente considerando o atual padrão construtivo da concessionária.

AGRADECIMENTOS E FINANCIAMENTO

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Resolução Normativa nº 1.000, de 7 de dezembro de 2021. Estabelece as Regras de Prestação do Serviço Público de Distribuição de Energia Elétrica. Brasília, DF: ANEEL, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/campanhas/resolucao-1000-da-aneel-seus-direitos-sobre-energia-eletrica-agora-num-so-lugar-2022>. Acesso em: 18 abr. 2026.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). Demand – Electricity 2025. Paris: IEA, 2025. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/electricity-2025/demand>. Acesso em: 21 abr. 2026.

EQUATORIAL. NT.00026.EQTL-00: critérios de projetos de subestações. Alagoas, 2024. Disponível em: <https://al.equatorialenergia.com.br/wp-content/uploads/2025/12/NT.00003.EQTL-06-Fornecimento-de-Energia-Eletrica-em-Alta-Tensao.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2026.

EQUATORIAL. NT.00003.EQTL-06: fornecimento de energia elétrica em alta tensão. Alagoas, 2025. Disponível em: https://al.equatorialenergia.com.br/wp-content/uploads/migrated_snake_case/normas_tecnicas_de_criterios_de_projetos_e_padroes_construtivos/nt_00026_eqtl_00_criterios_de_projetos_de_subestacoes.pdf. Acesso em: 20 abr. 2026.

GUO C. *et al.* A new method of evaluating energy efficiency of public buildings in China. *Journal of Building Engineering*, v. 46, p.103776, abr. 2022.

ORTIZ-PEÑA A. *et al.* Analysis and impact of electrical energy consumption in the academic sector. A case study of the university of Castilla-La Mancha. *Energy Conversion and Management*: X, v. 26, p. 100894, abr. 2025.