

IMPLANTAÇÃO E MONTAGEM DE REDES AÉREAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA: PLANEJAMENTO, TÉCNICAS CONSTRUTIVAS E SEGURANÇA OPERACIONAL

**IMPLEMENTATION AND ASSEMBLY OF OVERHEAD ELECTRICAL
DISTRIBUTION NETWORKS: PLANNING, CONSTRUCTION TECHNIQUES
AND OPERATIONAL SAFETY**

Engenharias • 17/08/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/786853241](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/786853241)

José Israel de Almondes¹

RESUMO

As Redes Aéreas de Distribuição (RDAs) constituem infraestrutura essencial para o fornecimento de energia elétrica, e sua implantação requer integração entre projeto, planejamento, requisitos construtivos, segurança operacional e controle da qualidade. Este artigo tem como objetivo analisar os principais aspectos técnicos envolvidos na implantação e montagem de RDAs, considerando as etapas que antecedem a execução e os procedimentos aplicados à construção das principais estruturas. O estudo caracteriza-se como pesquisa de natureza aplicada, abordagem qualitativa e caráter técnico-descritivo, desenvolvida mediante análise bibliográfica e documental de normas, manuais e padrões técnicos relacionados à distribuição de energia elétrica. Foram consideradas categorias referentes à interpretação de projetos, afastamentos, planejamento dos recursos, análise de riscos, implantação e estaiamento de postes, montagem de estruturas, instalação de transformadores, lançamento e tracionamento de condutores, aterramento e controle da qualidade. Os resultados evidenciam que essas atividades apresentam elevada interdependência e que falhas nas etapas preliminares podem repercutir na execução e na conformidade final da instalação. Conclui-se que a integração entre planejamento, técnicas construtivas, segurança e inspeção constitui elemento fundamental para a implantação tecnicamente adequada das redes aéreas de distribuição.

Palavras-chave: redes de distribuição aérea; implantação; técnicas construtivas; planejamento; segurança operacional.

ABSTRACT

Overhead Electrical Distribution Networks (ODNs) constitute essential infrastructure for electricity supply, and their implementation requires integration among design, planning,

construction requirements, operational safety, and quality control. This article aims to analyze the main technical aspects involved in the implementation and assembly of ODNs, considering the stages preceding field execution and the procedures applied to the construction of their main structures. The study is characterized as applied research with a qualitative approach and a technical-descriptive nature, developed through bibliographic and documentary analysis of standards, manuals, and technical specifications related to electricity distribution. The analytical categories considered project interpretation, safety clearances, resource planning, risk analysis, pole installation and guying, structure assembly, transformer installation, conductor stringing and tensioning, grounding, and quality control. The results indicate a high degree of interdependence among these activities and demonstrate that failures in preliminary stages may affect field execution and final installation compliance. It is concluded that the integration of planning, construction techniques, safety, and inspection is a fundamental element for the technically appropriate implementation of overhead electrical distribution networks.

Keywords: overhead distribution networks; implementation; construction techniques; planning; operational safety.

1. INTRODUÇÃO

A distribuição de energia elétrica constitui uma das etapas fundamentais do sistema elétrico, por estabelecer a interface entre a infraestrutura de potência e os consumidores. Nesse contexto, as Redes Aéreas de Distribuição representam uma configuração amplamente utilizada para viabilizar o fornecimento de energia em áreas urbanas e rurais e demandam a integração de estruturas

mecânicas, condutores, equipamentos elétricos, dispositivos de proteção e sistemas de aterramento.

A implantação dessas redes, entretanto, não se resume à instalação física dos seus componentes. Trata-se de um processo técnico que começa antes da mobilização das equipes para o campo e envolve interpretação do projeto, definição de estruturas e materiais, avaliação das condições locais, planejamento dos recursos, identificação dos riscos e programação da execução. Os manuais técnicos analisados estabelecem que o serviço deve ser precedido por projeto capaz de definir características da rede, materiais, estruturas construtivas, padrões de montagem e requisitos de segurança (AES ELETROPAULO, 2011; CELPA, 2011).

O projeto constitui uma das principais referências para a materialização da rede. Simbologias, leiautes e esquemas elétricos permitem representar postes, cruzetas, isoladores, condutores, transformadores, dispositivos de proteção e demais componentes, fornecendo informações necessárias à construção, ampliação ou manutenção das instalações. Embora existam elementos de padronização, as concessionárias podem apresentar variações de nomenclatura, simbologia e procedimentos construtivos em função de suas características operacionais e dos padrões internos de engenharia (AES ELETROPAULO, 2006; CPFL, 2011).

Além da correta interpretação documental, a implantação deve observar critérios relacionados aos afastamentos entre condutores, solo, edificações e demais elementos existentes no ambiente. Essas distâncias variam em função da classe de tensão, do tipo de estrutura e da aplicação da rede. A ABNT NBR 15688 estabelece requisitos relacionados às redes aéreas com condutores nus e

constitui referência para a definição de afastamentos e disposições construtivas (ABNT, 2012).

A etapa de planejamento amplia essa perspectiva ao incorporar recursos humanos e materiais, ferramentas, Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), Equipamentos de Proteção Coletiva (EPCs), veículos, interferências existentes, programação dos serviços, Análise Preliminar de Riscos (APR), comunicação com o Centro de Operações da Distribuição (COD), testes de equipamentos e estimativa dos tempos de execução. Essas atividades reduzem a exposição a imprevistos e criam condições para uma execução organizada e tecnicamente controlada.

Após as etapas preliminares, inicia-se a execução propriamente dita, que pode compreender implantação e estaiamento de postes, trabalhos em altura, montagem de estruturas primárias e secundárias, instalação de transformadores, utilização de redes convencionais, pré-reunidas ou compactas, lançamento e tracionamento de condutores, aplicação de conectores e amarrações e construção do sistema de aterramento.

A diversidade dessas atividades evidencia que a implantação de uma RDA deve ser analisada como um processo integrado. A inadequação de uma etapa inicial pode repercutir nas etapas subsequentes: materiais incorretamente selecionados comprometem a montagem; interferências não identificadas alteram as condições de execução; erros de tracionamento afetam os esforços mecânicos; e falhas de montagem podem ser identificadas somente durante a inspeção final.

Diante desse contexto, estabelece-se como problema de pesquisa: de que forma a integração entre planejamento, requisitos técnicos, técnicas construtivas e práticas de segurança contribui para a adequada implantação e montagem de Redes Aéreas de Distribuição de energia elétrica?

A investigação justifica-se pela necessidade de compreender a implantação das RDAs além da execução isolada de tarefas, considerando a relação existente entre projeto, planejamento, preparação, construção e controle. Essa perspectiva permite estruturar o processo de implantação como um sistema de etapas interdependentes, favorecendo maior compreensão dos fatores relacionados à segurança e à qualidade da instalação.

Assim, o objetivo deste artigo é analisar os principais aspectos técnicos envolvidos no planejamento, implantação e montagem de Redes Aéreas de Distribuição de energia elétrica, relacionando requisitos de projeto, preparação dos serviços, técnicas construtivas, segurança operacional e controle da qualidade da execução.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA OU REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Projeto Técnico e Interpretação das Redes de Distribuição

A implantação de uma rede de distribuição inicia-se com a interpretação das informações que definem sua configuração. Os projetos reúnem simbologias, leiautes, esquemas elétricos, especificações e documentos destinados a representar graficamente as estruturas e os componentes previstos para a instalação.

A representação gráfica permite identificar postes, cruzetas, isoladores, condutores, transformadores, equipamentos de proteção e demais componentes, além de estabelecer relações entre eles. Essa padronização contribui para o mapeamento, cadastramento, elaboração dos projetos e execução das obras. Entretanto, podem existir diferenças entre concessionárias, especialmente nas nomenclaturas e configurações construtivas adotadas (AES ELETROPAULO, 2006; CELPA, 2011; CPFL, 2011).

Essa condição torna necessária a consulta aos documentos específicos da distribuidora responsável pela instalação. A interpretação de um projeto não deve se limitar à identificação visual de seus símbolos, mas deve permitir compreender a estrutura prevista, os materiais necessários, as condições de montagem e os requisitos técnicos associados à execução. Nesse sentido, projeto e construção constituem etapas diretamente relacionadas: o primeiro estabelece tecnicamente aquilo que deverá ser executado, enquanto a segunda materializa essas informações no ambiente de campo.

2.2. Afastamentos e Requisitos Construtivos

Os afastamentos constituem um dos parâmetros fundamentais do projeto e da montagem das redes aéreas. As distâncias entre os condutores e entre estes e edificações, solo e outros circuitos não são arbitrárias, sendo determinadas por critérios técnicos associados à segurança e ao funcionamento da instalação.

A ABNT NBR 15688 estabelece parâmetros para redes aéreas com condutores nus, enquanto os padrões das concessionárias detalham distâncias e disposições aplicáveis às diferentes classes de tensão e

configurações. Em geral, o aumento do nível de tensão exige maiores afastamentos, refletindo requisitos de isolamento e segurança (ABNT, 2012; AES ELETROPAULO, 2006).

Além dos afastamentos entre condutores, são estabelecidas distâncias em relação a edificações e ao solo, bem como faixas de ocupação dos postes destinadas às redes primárias, secundárias, iluminação pública e sistemas de comunicação. As configurações construtivas podem variar entre concessionárias, mas os princípios relacionados aos afastamentos permanecem, reforçando a necessidade de compatibilizar requisitos normativos, projeto e padrão específico da distribuidora antes da execução.

2.3. Planejamento dos Serviços

O planejamento estabelece a ligação entre aquilo que foi definido no projeto e aquilo que será executado pela equipe em campo. Nessa etapa são identificados materiais, ferramentas, equipamentos, veículos, recursos de segurança e condições operacionais necessárias à realização do serviço.

As concessionárias podem disponibilizar relações codificadas de materiais vinculadas aos desenhos das estruturas, possibilitando que a equipe organize previamente os recursos necessários à montagem. A ausência de componentes, ferramentas ou equipamentos pode ocasionar atrasos, interrupções ou cancelamento das atividades, evidenciando que a preparação logística interfere diretamente na produtividade e na execução.

EPIs e EPCs também integram o planejamento. Os equipamentos individuais devem ser selecionados de acordo com as características do serviço, enquanto os equipamentos coletivos abrangem recursos

de sinalização, isolamento, aterramento temporário e proteção da área de trabalho. O planejamento abrange ainda os veículos, cuja disponibilidade, condição de funcionamento e adequação ao acesso devem ser avaliadas previamente.

2.4. Interferências, Riscos e Segurança Operacional

A implantação das RDAs ocorre em ambientes nos quais podem existir outras infraestruturas e obstáculos. Redes telefônicas, sistemas de água, esgoto e drenagem, vegetação, edificações e estruturas subterrâneas precisam ser considerados durante a preparação dos serviços. As condições identificadas devem ser registradas e utilizadas para definição das medidas de controle.

A Análise Preliminar de Riscos constitui um dos instrumentos empregados para formalizar essa avaliação. Antes da execução, a equipe deve identificar perigos, analisar riscos e estabelecer medidas destinadas a eliminá-los, reduzi-los ou controlá-los. Nos serviços que dependem de autorização operacional, a comunicação com o Centro de Operações da Distribuição também integra esse processo.

A segurança, portanto, não constitui uma etapa independente acrescentada à execução. Ela atravessa planejamento, preparação, comunicação, isolamento da área, utilização de equipamentos e realização das atividades, devendo permanecer associada aos requisitos técnicos e aos procedimentos das concessionárias.

3. METODOLOGIA

O estudo caracteriza-se como pesquisa de natureza aplicada, abordagem qualitativa, objetivo descritivo e caráter técnico-

documental, direcionada à sistematização dos principais fatores relacionados à implantação e montagem de Redes Aéreas de Distribuição de energia elétrica.

Quanto aos procedimentos, adotou-se pesquisa bibliográfica e documental, tendo como corpus normas técnicas, manuais de construção e manutenção, padrões de concessionárias e materiais técnicos relacionados às RDAs. Foram considerados documentos da Companhia Paranaense de Energia (COPEL), Rede Energia, Centrais Elétricas do Pará (CELPA), Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL) e AES Eletropaulo, além do padrão técnico PD-4.001 e da ABNT NBR 15688 (ABNT, 2012; AES ELETROPAULO, 2006; AES ELETROPAULO, 2011; CELPA, 2011; COPEL, 1999; CPFL, 2011; REDE ENERGIA, 2010).

Para a organização da análise, o processo de implantação foi dividido em cinco categorias: requisitos de projeto e afastamentos; planejamento e preparação dos recursos; implantação e montagem das estruturas; instalação dos sistemas elétricos, condutores e aterramento; e inspeção e controle da qualidade.

A primeira categoria compreendeu simbologias, leiautes, esquemas elétricos, padrões construtivos e afastamentos. A segunda reuniu materiais, ferramentas, EPIs, EPCs, veículos, interferências, programação, APR e comunicação operacional. A terceira concentrou-se em postes, engastamentos, estaiamentos e estruturas primárias e secundárias. A quarta contemplou transformadores, diferentes configurações de redes, lançamento e tracionamento dos condutores, conexões, fixações e aterramento. A quinta avaliou os critérios empregados para inspeção e aceitação da instalação.

A análise foi realizada de maneira interpretativa e comparativa, buscando identificar relações de dependência entre as etapas e distinguir os princípios técnicos comuns às RDAs das particularidades decorrentes dos padrões das concessionárias. O estudo não realiza experimento de campo nem mensuração estatística do desempenho das redes. Os resultados apresentados decorrem da sistematização técnico-documental do processo construtivo descrito nas fontes analisadas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES OU ANÁLISE DOS DADOS

4.1. Implantação Como Processo Integrado

A análise permite identificar que a implantação de uma RDA não deve ser interpretada como uma sequência de tarefas independentes. Projeto, planejamento, construção e controle formam um processo no qual as decisões tomadas em uma etapa interferem nas subsequentes.

O projeto define o que deverá ser construído; o planejamento transforma essas especificações em recursos e condições de execução; a preparação estabelece controles e condições de segurança; a montagem materializa a instalação; e a inspeção verifica se aquilo que foi executado corresponde aos requisitos estabelecidos. Esse encadeamento constitui um dos principais resultados da análise, pois demonstra que a qualidade final da instalação começa antes da atividade física de construção.

4.2. Planejamento Como Mecanismo de Prevenção de Falhas

Os documentos analisados indicam que o planejamento possui influência direta sobre a execução. A separação dos materiais é

realizada a partir das especificações da estrutura e da Ordem de Serviço, enquanto ferramentas, equipamentos, EPIs, EPCs e veículos devem ser previamente inspecionados e disponibilizados.

A programação deve contemplar quantidade e experiência dos profissionais, procedimentos de desenergização e reenergização, transporte, acesso, disponibilidade dos veículos e qualidade da comunicação entre os envolvidos. Dessa forma, o planejamento pode ser interpretado não apenas como atividade administrativa, mas como mecanismo preventivo de controle técnico e operacional.

4.3. Implantação de Postes e Estabilidade Mecânica

O poste constitui a base estrutural sobre a qual são instalados condutores, equipamentos e demais componentes. Sua especificação considera material, comprimento, resistência mecânica, características do fabricante e condições da aplicação. O engastamento representa parâmetro relevante para a estabilidade e deve considerar o comprimento do poste, as condições do terreno e os esforços incidentes.

No padrão técnico analisado, a profundidade do engastamento é calculada pela expressão $E = L/10 + 0,60$, em que E representa a profundidade do engastamento, em metros, e L o comprimento do poste. Para um poste de 10,5 m, o resultado é 1,65 m. Entretanto, a profundidade não é o único fator envolvido: condições do terreno, resistência nominal e esforços mecânicos influenciam a solução adotada, podendo ser utilizadas bases simples, concretadas ou reforçadas (AES ELETROPAULO, 2011; REDE ENERGIA, 2010).

O estaiamento complementa a estabilidade ao aplicar forças destinadas a equilibrar ou neutralizar esforços produzidos pelos

condutores. Contrapostos, âncoras, cabos e outros dispositivos podem ser empregados de acordo com a configuração e intensidade dos esforços. Esses resultados demonstram que altura, resistência, terreno, engastamento, tração dos condutores e estaiamento constituem variáveis relacionadas entre si.

4.4. Trabalhos em Altura e Segurança

Grande parte da montagem das RDAs ocorre na região superior dos postes, tornando os trabalhos em altura condição recorrente da execução. Os riscos devem ser previamente identificados e, sempre que possível, eliminados. Quando a eliminação não for possível, devem ser adotadas medidas destinadas à sua redução e controle.

O acesso pode ocorrer mediante escadas, cordas, esporas ou veículos equipados com cesto aéreo, de acordo com o serviço e os procedimentos autorizados. Cordas, escadas, sistemas de ancoragem, cinturões e demais dispositivos não são apenas recursos auxiliares da construção, mas elementos integrantes do sistema de controle dos riscos. Assim, segurança operacional e produtividade devem ser tratadas como dimensões complementares.

4.5. Montagem das Estruturas Primárias e Secundárias

Após a implantação do poste, inicia-se a montagem das estruturas previstas no projeto. Ferragens, cruzetas, isoladores, cantoneiras e demais componentes devem ser fixados conforme os padrões da concessionária responsável.

As estruturas primárias apresentam diferentes configurações em função da classe de tensão, condições locais e necessidades da aplicação. No padrão utilizado como referência, a estrutura M1 pode

ser empregada em trechos retilíneos ou com pequenos ângulos, enquanto a estrutura M3 é utilizada como referência para finais de linha. Cada configuração possui relação específica de materiais (AES ELETROPAULO, 2011).

Nas estruturas secundárias também são encontradas variações de padrões, podendo existir disposições horizontais ou verticais e configurações destinadas a travessias e cruzamentos. Independentemente da solução adotada, devem ser respeitados os afastamentos em relação às redes primárias, iluminação pública e sistemas de comunicação. Os padrões construtivos podem variar entre concessionárias, enquanto os princípios funcionais e de segurança permanecem como elementos estruturantes da instalação.

4.6. Transformadores e Diferentes Configurações de Rede

A instalação de transformadores amplia a complexidade da montagem porque incorpora equipamentos de proteção e conexão. O conjunto pode incluir chaves fusíveis, para-raios, conectores, grampos de linha viva, cruzetas, suportes e demais componentes associados ao transformador trifásico.

O material analisado também apresenta alternativas às configurações convencionais. Nas redes secundárias com cabos pré-reunidos, os condutores fase são isolados e dispostos ao redor de um neutro que também desempenha função de sustentação mecânica. Já as redes compactas, ou Spacer Cable, utilizam condutores agrupados e podem ser aplicadas em ambientes com arborização, travessias e regiões urbanas. Mesmo nessas configurações, os

afastamentos em relação a edificações e demais instalações continuam sendo requisitos essenciais.

A coexistência dessas tecnologias demonstra que não existe uma única solução construtiva para todas as RDAs. A configuração deve ser compatível com as condições ambientais, os requisitos técnicos e o padrão da concessionária.

4.7. Lançamento, Tracionamento e Comportamento Mecânico dos Condutores

A análise do processo de lançamento dos condutores demonstra a necessidade de preservar suas características físicas durante a instalação. Cabos isolados não devem entrar em contato com superfícies capazes de danificar sua cobertura, enquanto condutores de alumínio nu também precisam ser protegidos contra atritos e danos mecânicos.

Carretilhas ou bandolas são utilizadas para reduzir o atrito durante o puxamento, enquanto camisas de aço e luvas giratórias auxiliam na transmissão da força e na prevenção de torções. Um dos pontos técnicos mais relevantes corresponde à relação entre tensão de instalação e flecha. Quando o tracionamento é excessivo, a flecha diminui e os esforços sobre isoladores, pinos e cruzetas aumentam. Quando a tensão é insuficiente, a flecha aumenta e pode ser agravada pela dilatação térmica, elevando o risco de aproximação entre os condutores.

A força de tracionamento deve considerar bitola, vão básico e temperatura ambiente. Esse resultado demonstra que a montagem de condutores não deve ser interpretada como simples operação de fixação, mas como atividade que envolve comportamento mecânico

e térmico e cujos parâmetros influenciam diretamente a geometria e os esforços da rede.

4.8. Conexões e Fixações

Após o lançamento e posicionamento dos condutores, conexões, derivações e amarrações precisam ser executadas de acordo com os materiais e ferramentas previstos. O conector tipo cunha pode ser empregado em derivações com ou sem alteração de bitola, enquanto o conector estribo possibilita conexões e desconexões em condutores de alumínio ou cobre.

As amarrações podem empregar fios de alumínio, laços e alças pré-formadas e outros acessórios. As conexões devem respeitar bitolas e padrões técnicos definidos para a instalação. Assim, pequenas etapas de montagem também possuem influência sobre a qualidade global da rede.

4.9. Aterramento Como Componente da Implantação

O aterramento definitivo constitui uma das etapas finais e possui funções relacionadas à proteção das pessoas, equipamentos e instalações. O sistema é composto por condutores, hastes e conexões interligadas e deve proporcionar condições adequadas para circulação de correntes para a terra.

Entre suas funções estão o escoamento de sobretensões e descargas atmosféricas, a condução de correntes de falha e a manutenção de níveis de tensão compatíveis com os requisitos de segurança. Para isso, o sistema deve apresentar baixa resistência elétrica, capacidade de condução, estabilidade ao longo do tempo e materiais adequados às condições do solo.

Após sua construção, a resistência de aterramento deve ser medida por instrumento específico. A utilização de terrômetros permite verificar se o sistema atende aos valores estabelecidos nas especificações aplicáveis. Dessa forma, a implantação do aterramento inclui tanto a construção física quanto sua posterior verificação, estabelecendo relação direta entre execução e controle.

4.10. Controle da Qualidade Como Fechamento do Ciclo Construtivo

O controle da qualidade representa o fechamento lógico do processo de implantação. Após postes, estruturas, transformadores, condutores e aterramento terem sido instalados, a rede precisa ser verificada em relação aos requisitos previamente estabelecidos.

Os formulários de inspeção utilizados pelas concessionárias podem avaliar locação, prumo, alinhamento e engastamento dos postes; posicionamento e nivelamento das cruzetas; tensionamento, amarrações e conexões dos condutores; posicionamento e fixação dos isoladores; estaiamentos; ferragens; transformadores; para-raios e demais componentes.

Esse resultado permite compreender a inspeção não apenas como atividade posterior à construção, mas como mecanismo de retroalimentação do processo. Uma não conformidade identificada nessa etapa pode apontar falhas de execução, interpretação do projeto, seleção de materiais ou planejamento. A qualidade da RDA é, portanto, construída progressivamente durante todo o processo e não apenas verificada ao seu término.

5. CONCLUSÃO/CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise demonstra que a implantação e a montagem de Redes Aéreas de Distribuição constituem um processo técnico composto por etapas interdependentes que se iniciam no projeto e se encerram somente após a inspeção e a avaliação da qualidade do serviço executado.

O objetivo do estudo é atingido ao se identificar que planejamento, requisitos construtivos, segurança operacional, montagem e controle da qualidade não devem ser tratados de maneira isolada. O projeto define características e parâmetros da instalação; o planejamento disponibiliza recursos e condições para sua execução; a análise de riscos estabelece medidas preventivas; as técnicas construtivas materializam a rede; e a inspeção verifica sua conformidade.

Em resposta ao problema de pesquisa, conclui-se que a integração sistemática dessas dimensões contribui para a adequada implantação das RDAs ao reduzir incompatibilidades entre projeto e campo, antecipar interferências e riscos, orientar a seleção de recursos, estabelecer condições de montagem e possibilitar a identificação de não conformidades antes da aceitação definitiva da instalação.

A análise também demonstra que as diferenças existentes entre os padrões construtivos das concessionárias não eliminam princípios técnicos comuns. A necessidade de respeitar afastamentos, esforços mecânicos, condições de isolamento, características dos condutores, proteção, aterramento e segurança permanece independentemente das particularidades de nomenclatura e configuração adotadas por cada distribuidora.

Como contribuição, o estudo propõe compreender a implantação das RDAs segundo um ciclo integrado formado por projeto, planejamento, preparação e segurança, implantação e montagem e controle da qualidade. Essa organização permite deslocar a análise de uma perspectiva baseada apenas em tarefas individuais para uma visão sistêmica do processo construtivo.

O estudo apresenta como limitação seu caráter bibliográfico e documental, não incluindo ensaios experimentais ou análise estatística de desempenho de redes implantadas. Pesquisas futuras podem avaliar quantitativamente não conformidades encontradas em obras de distribuição, comparar métodos construtivos utilizados por diferentes concessionárias, analisar a influência do planejamento sobre produtividade e retrabalho ou investigar o desempenho de redes convencionais, compactas e isoladas em diferentes condições operacionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. **NBR 15688: redes de distribuição aérea de energia elétrica com condutores nus.** Rio de Janeiro: ABNT, 2012. Versão corrigida incorporando Errata 1, de 16 abr. 2013.

AES ELETROPAULO S/A. **Manual de construção e manutenção de redes de distribuição aérea.** São Paulo: AES Eletropaulo, 2011.

AES ELETROPAULO S/A. **PD-4.001: padrão técnico da distribuição em redes de distribuição aérea urbana - 15 kV aérea.** São Paulo: AES Eletropaulo, 2006.

CENTRAIS ELÉTRICAS DO PARÁ S/A - CELPA. **Manual de construção e manutenção de redes de distribuição aérea.** Belém: CELPA, 2011.

COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA - COPEL. **Manual de instruções técnicas.** Curitiba: COPEL, 1999.

COMPANHIA PAULISTA DE FORÇA E LUZ - CPFL. **Manual de construção e manutenção de redes de distribuição aérea.** São Paulo: CPFL, 2011.

REDE ENERGIA. **Engastamento de poste, contraposte e estai de âncora - montagem de rede de distribuição aérea primária - NTD 003 705.** 2010.

¹ Discente do Mestrado Profissional em Energia e Ambiente (PPGEA) da UFMA no *campus* do Bacanga em São Luís (MA). E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail.](#)