

Melhoria dos Materiais Utilizados nas Redes de Energia Elétrica: Controle de Qualidade e Logística Reversa

R. J. Ferracin, LACTEC, A. Ruvolo, LACTEC, S. M. Alberti, LACTEC, M. A. Mendes, LACTEC, G. Cunha, LACTEC e F. Bianco, RGE.

RESUMO

Neste artigo estão descritos os principais resultados obtidos com a prospecção e implementação de sistema de avaliação de fornecedores de produtos e materiais utilizados no setor de distribuição de energia, bem como a destinação final dos resíduos gerados pelos mesmos. Foram analisadas várias normas de ensaios utilizadas para avaliação de conformidade técnica de conectores cunha, elos fusíveis, postes de concreto e ferragens. Foram realizadas também visitas em alguns fornecedores para avaliar tecnicamente os ensaios que são realizados pelos fabricantes. Foram também analisadas propostas de procedimentos para destinação de resíduos gerados por estes produtos após sua utilização. Deste modo, está sendo desenvolvido um processo de seleção e entrada de produtos e matérias utilizados em redes de distribuição de energia elétrica e gerenciamento de resíduos gerados por estes.

PALAVRAS-CHAVE

Desenvolvimento de Fornecedores; Melhoria da Confiabilidade das Redes de Distribuição; Plano Diretor de Resíduos.

I. INTRODUÇÃO

O presente projeto de desenvolvimento experimental visa contribuir para as iniciativas que já ocorrem no cenário nacional para melhoria da qualidade dos produtos e materiais manufaturados pela indústria nacional utilizados no setor de distribuição de energia elétrica, bem como também para as iniciativas referentes à melhor disposição final de resíduos gerados por este setor.

Devido à falta de uma regulamentação oficial na fiscalização de produtos fornecidos para as concessionárias do setor elétrico, faz-se necessário desenvolver sistemas que supram esta necessidade.

Deste modo, neste projeto, a Concessionária de Distribuição de Energia Rio Grande Energia – RGE está desenvolvendo um modelo para desenvolvimento de seus fornecedores, através principalmente da consolidação de seu conhecimento técnico sobre as normas de ensaios comumente utilizados no setor elétrico e sua capacitação técnica e instrumental para realizar os ensaios que permitirão uma avaliação mais consistente dos produtos e materiais adquiridos. Paralelamente a isto, foram executadas visitas técnicas à alguns fornecedores para melhor conhecer e avaliar a conformidade destes fornecedores junto à normas de ensaios e procedimentos adequados de manufatura [1-9].

Fechando o ciclo para os produtos e materiais utilizados no setor de distribuição de energia elétrica, a preocupação cada vez mais crescente com os resíduos gerados por estes produtos e materiais após sua utilização exige que soluções sejam prospectadas para que os impactos negativos gerados no meio ambiente sejam mínimos. Existe uma clara tendência de que a legislação ambiental caminha no sentido de tornar as empresas cada vez mais responsáveis por todo o ciclo de vida de seus produtos. Um segundo aspecto diz respeito ao aumento da consciência ecológica dos consumidores que esperam que as empresas reduzam os impactos negativos de suas atividades ao meio ambiente.

II. OBJETIVOS E METODOLOGIA

Com a necessidade detectada pela Concessionária de desenvolver sistema adequado para selecionar materiais e produtos com qualidade assegurada e também para destinar resíduos com segurança e com menor impacto ambiental negativo possível, o presente projeto de desenvolvimento experimental foi executado, visando basicamente:

- Prospectar e desenvolver novo processo organizacional para avaliação e homologação de produtos (equipamentos e acessórios) principais utilizados em redes de distribuição, compreendendo fornecedores, concessionárias e instituições de serviços tecnológicos;
- Desenvolver e implementar metodologias para gestão de resíduos provenientes da implantação e/ou manutenção de redes de distribuição;
- Desenvolver e implementar um sistema de gestão para a automação dos processos em questão, visando agilizar procedimentos internos das concessionárias de energia e reduzir seus custos operacionais, conforme item 7.11 do Manual dos Programas de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor Elétrico Brasileiro (Novembro/2001).
- Deste modo, a metodologia de desenvolvimento deste projeto consistiu basicamente em:
- Prospectar e identificar, pelas consultas a normas nacionais e internacionais já existentes, tecnologias e equipamentos adequados para avaliação dos produtos, materiais e/ou equipamentos fornecidos para as concessionárias;

- Com a escolha das metodologias e equipamentos necessários, adquirir estes equipamentos, normas e padrões e redigir os procedimentos adequados;
- Realizar os treinamentos necessários com o pessoal envolvido em todo este processo para a correta execução dos procedimentos definidos;
- Prospectar e identificar, através de consultas a normas nacionais e internacionais já existentes, tecnologias e equipamentos adequados para definição de destinação/recuperação de produtos, materiais e/ou equipamentos fora de uso ou obsoletos (aqui tratados como resíduos da rede de distribuição);
- Com a escolha das metodologias e equipamentos necessários, adquirir estes equipamentos, normas e padrões e redigir os procedimentos adequados;
- Realizar os treinamentos necessários com o pessoal envolvido em todo este processo para a correta execução dos procedimentos definidos;
- Com estes processos definidos e procedimentos redigidos, desenvolver o sistema de gerenciamento eletrônico de documentos adequados para a gestão de todo o sistema desenvolvido.

III. RESULTADOS E DISCUSSÕES

No desenvolvimento do projeto no primeiro ciclo, foram analisadas as normas de ensaios NBR e CODI sobre as seguintes famílias de produtos: cabos cobertos, conectores cunha, ferragens, postes de concreto, transformadores, pára-raios e elos fusíveis. Foi feito um extenso trabalho de comparação, avaliando principalmente os aspectos convergentes e divergentes sobre objetivos, especificações técnicas e procedimentos de ensaios mencionados nestas normas [10-25].

A grande maioria dos aspectos acima foi convergente, mas algumas divergências significativas quanto à critérios técnicos merecem destaque:

A. Cabos cobertos

- No item **4.4.3 Cobertura**, o projeto de norma **ABNT – NBR 11873** estabelece temperaturas que o material deve suportar, o que não está estabelecido no item **4.4.3 Cobertura da especificação CODI 3.2.18.23.1**.
- No item referente às características físicas dos compostos de cobertura (Tabela A2 do anexo A do projeto de norma **NBR 11873** e Tabela 4 do anexo A da especificação **CODI 3.2.18.23.1**), há uma diferença de especificação nos itens *resistência à tração e alongamento à ruptura mínima*, provavelmente por terem sido utilizadas normas de referência diferentes (**NBR 6241** na especificação **CODI 3.2.18.23.1** e **NBR – NM-IEC 60811-1-1** no projeto de norma **NBR 11873**).
- No item referente às características físicas do cabo completo (Tabela A4 do anexo A do projeto de norma **NBR 11873** e Tabela 2 do anexo A da especificação **CODI**

3.2.18.23.1), há pequenas diferenças nos valores máximo e mínimo de diâmetro externo, além do fato que na Tabela A4, há também especificação para cabos de tensão nominal de rede de 25 kV. Contudo, observa-se algumas diferenças quanto a massa total permitida para os cabos especificadas nas duas tabelas.

- Na relação de ensaios, o projeto de norma **NBR 11873** estabelece que o ensaio de permitividade relativa deve ser realizado no cabo coberto completo, enquanto que na especificação **CODI 3.2.18.23.1**, este ensaio deve ser realizado no material de cobertura. Este ensaio também é definido como Ensaio de Tipo no projeto de norma **NBR 11873**, o que não foi definido na especificação **CODI 3.2.18.23.1**. Deve-se verificar se o cabo é de XLPE (com reticulação) ou de HDPE (não-reticulado), pois se a cobertura do cabo for de XLPE, o ensaio deverá ser necessariamente realizado com amostra do cabo completo pois neste caso não é possível preparar corpo-de-prova na forma de placas conforme definido nas normas **ASTM D150** e **NBR 7295**.
- No item referente ao ensaio de temperatura de fusão e oxidação do material de cobertura, há diferença entre a temperatura final do ensaio realizado por calorimetria diferencial de varredura (30 °C no item **6.4.2** no projeto de norma **NBR 11873** e 350 °C cobertura no item **6.4.2** da especificação **CODI 3.2.18.23.1**). Contudo, por tratar-se de temperatura de fusão de material polimérico, o valor de 30 °C está errado, sugerindo que ocorreu um erro de digitação.

B. Conectores cunha

- Um aspecto interessante é que as normas citadas na **NBR 11788** e **NBR 5370** explicitam que a norma não se aplica a conectores tipo cunha, mas são as normas **NBR** comumente referenciadas e usadas pelas concessionárias de distribuição de energia. Contudo, a **RTD CODI 3.1.18.09.0** mostra as especificações de conectores de alumínio que ligam condutores aéreos de alumínio ou cobre entre si, que é o mesmo objetivo das duas normas **NBR** para conectores citadas acima. Deste modo, a **ABRADEE** confirmou a utilização destas normas para **conectores cunha**.
- No requisito **4.2 Condições Gerais – Fabricação** na norma **NBR 11788**, é ressaltado que devido à necessidade de atender as exigências relativas aos níveis de radiointerferência e corona visual, o conector pode ser do tipo anticorona, o qual possui formato arredondado.
- Na **Tabela 5** da **RTD CODI 3.1.18.09.0 – correntes para o ensaio de aquecimento**, os valores são totalmente distintos dos informados na **Tabela 4** na **NBR 11788**.

C. Ferragens

- Na especificação para parafusos, os valores de torque mencionado na **NBR 8158** estão diferentes dos mencionados na **CODI 18.12**

D. Pára-raios

- No item 5. *Condições específicas*, subitem *níveis de proteção nominais dos pára-raios*, a norma **CODI 18.15** apresenta níveis de proteção referenciados a tensão nominal do pára-raios, os quais não são apresentados na **NBR 5287** para as tensões nominais de 0,15 a 0,6.
- No item 5. *Condições específicas*, subitem *características construtivas*, a **CODI 18.15** apresenta maior detalhamento das características construtivas dos pára-raios, ressaltando detalhes do sistema de vedação e de sua construção interna.
- No item 5. *Condições específicas*, subitem *tensão de radiointerferência interna e de ionização interna* apresentam diferenças nas normas **CODI 18.15** e **NBR 5287**. Enquanto a **NBR 5287** apresenta valores de máxima tensão de radiointerferência de 500 mV e de ionização interna de 100 mV para pára-raios de até 39 kV, a **CODI 18.15** apresenta valores de 250 mV e 100 mV, respectivamente.
- *Postes de concreto*
- O objetivo das duas normas é especificar as condições de fabricação e recebimentos de postes de concreto armado, de seção circular ou duplo T, destinados ao suporte de redes aéreas urbanas e rurais de distribuição de energia elétrica. Todas as especificações são as mesmas, sendo que a **Especificação CODI 18.01** foi transcrita nas **NBRs 8451 e 8452** e deste modo, não verificou-se aspectos divergentes

E. Transformadores

- No item 4. *Características Elétricas da norma CODI 3.2.18.16.0 (Parte 1)*, as tabelas de 5 a 8 possuem uma coluna a mais - perdas no cobre – em comparação às tabelas da **NBR 5440**. Além disto, os valores aceitáveis pela **CODI** referentes a perdas, corrente de excitação e tensão de curto-circuito são superiores aos da **NBR 5440**. Ainda no item 4, os valores de tensão de radiointerferência máxima para os transformadores de 24,2 e 36,2 kV (eficaz) são divergentes entre as normas **CODI 3.2.18.16.0 (Parte 1)** e **NBR 5440**. Tais valores apresentam-se mais coerentes na **NBR 5440**.
- No item 5. *Características construtivas*, subitem *espessura da chapa de aço*, ocorrem valores divergentes entre as normas **CODI 3.2.18.16.0 (parte 1)** e **NBR 5440** para transformadores com potência de 10 a 300 kVA. Ainda, o item 5.2.3 da **NBR 5440** não consta na **CODI**.
- O Anexo C da **CODI 3.2.18.16.0 – Verificação da resistência mecânica do suporte do transformador** – apresenta valores pré-determinados para carga nominal e carga mínima de ruptura. Já na **NBR 5440** estes valores de carga nominal e carga mínima de ruptura variam de acordo com o peso do transformador. Além disto, o ponto de aplicação do esforço de teste é divergente entre as normas.

Com base nestas informações e na experiência dos colaboradores do LACTEC, foram redigidos procedimentos de ensaios neste primeiro ciclo do projeto para: Conectores cunha, ferragens, pára-raios e transformadores.

Outra ferramenta importante para prover a melhoria

da qualidade dos produtos foi a realização de visitas à alguns fornecedores, avaliando principalmente os parâmetros e cuidados técnicos de produção e ensaios para verificação de desempenho. Neste primeiro ciclo do projeto foram visitados fabricantes de conectores cunha e pára-raios.

A grande maioria destas empresas possui Certificação ISO 9000 do seu sistema da qualidade, mas verificaram-se alguns problemas técnicos nos procedimentos de realização de ensaios.

No que se refere ao gerenciamento de resíduos, inicialmente foi feita uma classificação dos mesmos segundo a norma ABNT NBR 10004 [26] e de acordo com o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais (INRSI) [27].

Foram identificadas alternativas para reciclagem, com processamento, re-refino e possibilidades de reutilização dos materiais.

Por fim, vários aspectos sobre a avaliação do ciclo de vida de materiais foram levantados e são discutidos nos tópicos a seguir.

F. Critérios para a análise de ciclo de vida (ACV), para materiais e equipamentos de redes de distribuição de energia.

Por traz do conceito de logística reversa está um conceito mais amplo que é o do “ciclo de vida” de um produto.

Entende-se por ciclo de vida todas as etapas e processos de um sistema de produção de produtos ou serviços, englobando toda a cadeia de produção e consumo, considerando aquisição de energia, matérias-primas e produtos auxiliares; aspectos dos sistemas de transportes e logística; características da utilização, manuseio, embalagem, marketing e consumo; sobras e resíduos e sua respectiva reciclagem ou destino final.

A análise do ciclo de vida é, então, método para análise dos sistemas de produto e serviço, considerando os aspectos ambientais do berço ao túmulo, estabelecendo vínculos entre esses aspectos e categorias de impacto potencial ligadas a consumo de recursos naturais, saúde humana e ecologia.

Com a escassez de matérias-primas e dos recursos, com a conseqüente elevação dos custos de produção, além de outros fatores, ocorre certamente a tendência a um declínio de qualidade dos produtos. Em contrapartida, em outras situações, pode ocorrer a tendência de se obter produtos com uma sofisticação acima dos serviços reais exigidos para uma determinada aplicação.

O controle de desempenho de materiais e equipamentos, portanto, se reveste de suma importância na função avaliativa, rejeitando os produtos de qualidade incompatível ao bom funcionamento do sistema e aqueles com a vida útil terminada, subsidiando o aprimoramento da qualidade do produto, evitando o desperdício de recursos e reduzindo a produção de sucata (resíduos).

A avaliação inclui o ciclo de vida completo do produto, ou seja, a extração e o processamento de matérias-primas, a fabricação, o transporte e a distribuição; o uso, o reemprego, a manutenção; a reciclagem, a reutilização e a disposição final.

A qualidade é função de um ciclo completo de atividades, conforme o esquema a seguir, apresentado Figura 1.

Verifica-se, assim, que um sistema de acompanhamento de desempenho no campo não pode se abster de informações relativas a essas demais etapas que influenciam a qualidade do material/equipamento, conforme o ciclo de suprimentos e utilização, conforme mostrado na Figura 2.

G. Considerações gerais sobre um sistema de acompanhamento de desempenho de materiais e equipamentos

O controle de desempenho de materiais e equipamentos se reveste de suma importância na sua função avaliativa, rejeitando os produtos de qualidade incompatível ao bom funcionamento do sistema, subsidiando o aprimoramento da qualidade do produto, evitando o desperdício de recursos e possíveis equívocos de destinação final ambientalmente inadequada.

Até a instalação dos materiais e equipamentos de distribuição, na rede, várias etapas, necessariamente, têm que ser percorridas, influenciando na qualidade e, conseqüentemente, no desempenho desses materiais/equipamentos.

Além disso, após uma falha ou defeito, o material/equipamento pode sofrer manutenção corretiva, voltando à rede; o desempenho levará em conta, também, a qualidade da recuperação a que foi submetido.

Ao final de sua vida útil, ou por ocasião das reformas da rede, um destino terá que ser dado a esse material/equipamento: o sucateamento, ou mesmo o reaproveitamento após reforma completa, aproveitamento de peças boas em outras unidades similares avariadas, etc.

Assim, todos esses pontos devem ser considerados para uma análise global de desempenho. Portanto, a qualidade é função de um ciclo completo de atividades, conforme o esquema a seguir, apresentado na Figura 01

Verifica-se, assim, que um sistema de acompanhamento de desempenho no campo não pode se abster de informações relativas a essas demais etapas que influenciam a qualidade do material/equipamento, conforme o ciclo de suprimentos e utilização mostrado na Figura 2.

H. Critérios técnicos para reaproveitamento dos materiais e equipamentos retirados de redes de distribuição

Os equipamentos retirados das redes para fins de manutenção, reforma, remanejamento ou por defeitos devem ser reaproveitados, desde que seja tecnicamente viável e atribua vantagens econômicas. O reaproveitamento, mesmo que não apresente tais vantagens econômicas, poderá ser efetuado em casos especiais, como dificuldades de aquisição, estoque mínimo, etc.

A retirada dos materiais/equipamentos da rede deve ser feita com o máximo cuidado, para se evitar danos durante a operação. A seguir estão descritos alguns critérios importantes para cada família de produtos avaliado neste projeto.

1) Postes, Cruzetas e Isoladores.

Os procedimentos de retirada destes materiais da rede devem seguir recomendações constantes no documento CODI 16.04.

2) Condutores

A retirada dos condutores da rede deve ser feita através de moitão, roldanas, “bandola” e corda, procurando-se obter o máximo comprimento possível, com vistas à sua reutilização. Nos casos de necessidade de cortes, os mesmos deverão ser feitos, de preferência, junto às emendas, conexões, etc.

3) Ferragens

A descida das ferragens do poste deverá ser feita através de carretilha.

4) Postes e cruzetas

Por se tratar de equipamentos de grande porte, o transporte deve obedecer a um planejamento, onde são consideradas a quantidade a ser transportada, a distância a ser percorrida e as condições de tráfego nas vias. Para carga e descarga destes materiais, recomenda-se a utilização de caminhões equipados com guindaste.

5) Isoladores

Os isoladores em bom estado aparente devem ser acondicionados para transporte nas embalagens originais, se possível, ou em embalagens adequadas, tomando-se a precaução de preencher os vazios com material amortecedor de choque (palha, espuma, papel, papelão, etc.).

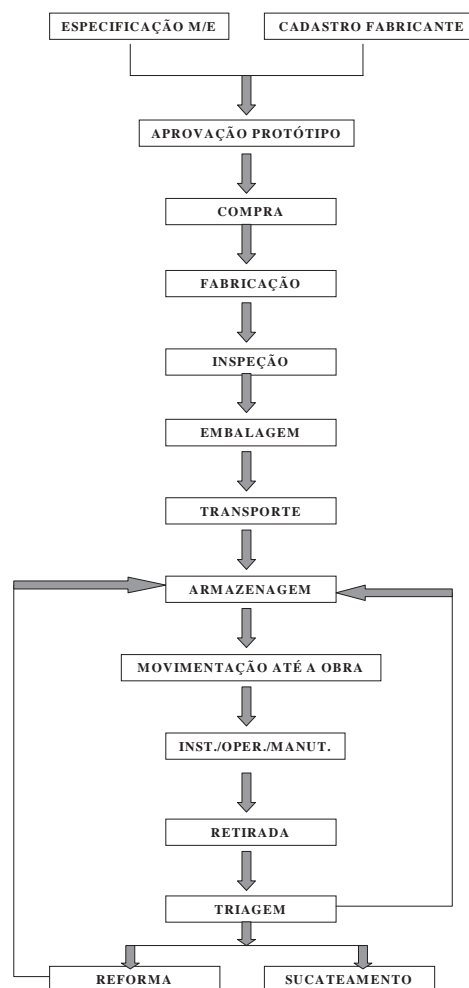


FIGURA 1 - Etapas do fluxo de materiais e equipamentos.



FIGURA 2 - Ciclo de suprimentos e utilização de materiais e equipamentos.

6) Condutores

Para o transporte de cabos condutores deve-se, primeiramente, proceder a separação destes (cobre isolado, cobre nu, alumínio isolado, alumínio nu, alumínio com alma de aço). Após o procedimento de separação, deve-se enrolar os cabos condutores para posterior transporte.

7) Ferragens

Para o transporte, as ferragens devem ser separadas em ferragens de pequeno porte e ferragens de grande porte. As de pequeno porte devem ser acondicionadas para transporte em caixas de madeira, e as de grande porte devem ser amarradas entre si, não se aconselhando o seu transporte de maneira solta.

8) Triagem

Segundo instruções contidas no documento técnico CODI 18-09, os materiais/equipamentos retirados da rede devem ser inspecionados visualmente ou submetidos a ensaios normalizados para verificar a existência de falhas.

IV. CONCLUSÕES

Até o presente momento, já foram realizadas visitas à fornecedores de conectores cunha, pára-raios. Deve-se ressaltar que empresas que possuem Certificação ISO 9000 do seu sistema da qualidade apresentam problemas técnicos na realização dos ensaios de verificação de desempenho. Isto é um aspecto importante e deve ser sempre lembrado, já que a Certificação garante que o sistema da qualidade atende aos requisitos da norma ISO 9000:2000, mas não garante a qualidade do produto. Deste modo, uma avaliação técnica mais cuidadosa dos fornecedores quanto à qualidade do produto é muito importante.

Já foram adquiridos vários equipamentos que permitirão a realização de ensaios de recebimento que auxiliarão significativamente à RGE monitorar a qualidade dos produtos fornecidos e instalados nas suas redes de distribuição de energia elétrica. Deste modo, a RGE estará implementando um sistema de homologação para fornecedores bastante importante.

Com esta busca constante da melhoria da qualidade dos fornecedores, a RGE com acesso à informação técnica especializada, poderá exigir de seus fornecedores produ-

tos de melhor qualidade e que atinjam o desempenho exigido em normas técnicas.

Quanto ao aspecto de gerenciamento de resíduos, o detalhamento de técnicas e soluções para o correto manuseio dos resíduos gerados, está permitindo à RGE tomar ações para implementar um plano diretor de gerenciamento capaz de minimizar os impactos negativos destes resíduos.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] R. J. Ferracin, "International Conference on Advanced Metrology in Chemistry and Laboratory Quality (2000). 2000, Vol. Metrochem – 2000, p. 338.
- [2] *Requisitos gerais para organismos que operam sistemas de certificação de produtos*, ABNT ISO/IEC Guia 65, 1997.
- [3] *Guidance on the Application of ISO/IEC GUIDE 65*, IAF. Disponível: <http://www.iaf.nu/default.asp>.
- [4] *Manual of Operations for Accreditation of Certification Programs*, ANSI. Disponível: http://www.ansi.org/public/ca/ca_1.html.
- [5] *Sistemas de Gestão da Qualidade – Fundamentos e Vocabulário*, ABNT ISO 9000:2000, 2000.
- [6] *Sistemas de Gestão da Qualidade – Requisitos*, ABNT ISO 9001:2000, 2000.
- [7] *Sistemas de Gestão da Qualidade – Diretrizes para melhorias de desempenho*, ABNT ISO 9004:2000, 2000.
- [8] *Diretrizes Gerais sobre Princípios, Sistemas e Técnicas de Apoio Sistemas de Gestão Ambiental*, ABNT ISO 14004:1996, 1996
- [9] *Diretrizes para Auditoria Ambiental - Princípios Gerais*, ABNT ISO 14011:1996, 1996
- [10] *Especificação de Cabos Cobertos para rede compacta de 13,8 kV e 34,5 kV*, CODI 3.2.18.23.1, Dez. 1999.
- [11] *Cabos Cobertos com Material Polimérico para Redes Aéreas Compactas de Distribuição de Tensões de 13,8 kV e 34,5 kV*, Projeto de Norma NBR 11873, Out. 2001.
- [12] *Padronização e Especificação de Conectores*, CODI 3.1.18.09.0, Nov. 1991.
- [13] *Conectores de alumínio para ligações aéreas de condutores elétricos em sistemas de potência*, NBR 11788, Dez. 1990.
- [14] *Conectores de cobre para condutores elétricos em sistemas de potência*, NBR 5370, Nov. 1990.
- [15] *Padronização e Especificação de Ferragens Eletrotécnicas e Sistemas Anticorrosivos para Equipamentos e Redes Aéreas de Distribuição para Ambientes Agressivos*, CODI 18.12, Mai. 1993.
- [16] *Ferragens Eletrotécnicas par Redes Aéreas, Urbanas e Rurais de Distribuição de Energia Elétrica: Formatos, Dimensões e Tolerâncias - Padronização*, NBR 8159, Set. 1983.
- [17] *Ferragens Eletrotécnicas par Redes Aéreas, Urbanas e Rurais de Distribuição de Energia Elétrica: Formatos, Dimensões e Tolerâncias - Especificação*, NBR 8158, Set. 1983.
- [18] *Padronização e Especificação de Poste de Concreto para Redes Aéreas de Distribuição*, CODI 18.01, Nov. 1990.
- [19] *Poste de Concreto Armado para Redes Aéreas de Distribuição - Especificação*, NBR 8451, Fev. 1998.
- [20] *Poste de Concreto Armado para Redes Aéreas de Distribuição - Padronização*, NBR 8452, Fev. 1998.
- [21] *Especificação e Padronização de Pára-raios de Distribuição*, CODI 3.2.18.15.0, Fev. 1994.
- [22] *Pára-raios de Resistor não-linear a Carboneto de Silício (SiC) para Circuitos de Potência de Corrente Alternada – Especificação*, NBR 5287, Mai. 1988.
- [23] *Padronização e Especificação de Transformadores para Redes Aéreas de Distribuição*, CODI 3.2.18.16.0, Nov. 1994.
- [24] *Transformadores de Potência – Especificação*, NBR 5356, Ago. 1993.
- [25] *Transformadores para Redes Aéreas de Distribuição - Padronização*, NBR 5440, Jul 1999.
- [26] *Resíduos Sólidos – Classificação*, NBR 10004, 1987.
- [27] *Disposição sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais*, Resolução nº 313 CONAMA, 2002.