

REVERSA DE TRANSFORMADORES DE DISTRIBUIÇÃO: ESTUDO DE CASO DA GESTÃO DE EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS RETIRADOS DA REDE

Jefferson de Oliveira¹

REVISÃO

RESUMO

A administração de materiais e equipamentos removidos da rede elétrica é fundamental para assegurar eficiência operacional e sustentabilidade. Este artigo aborda a gestão desses materiais desde a remoção até a classificação, armazenamento e descarte final. A gestão apropriada promove sustentabilidade, otimiza recursos e minimiza impactos ambientais. Observou-se que a falta de padronização e treinamento inadequado resultam em inconsistências, causando prejuízos financeiros e riscos ambientais. A pesquisa utilizou-se da revisão bibliográfica e análise qualitativa das práticas vigentes, considerando a terceirização da logística reversa de transformadores, evidenciando a necessidade de padronização dos processos e capacitação contínua dos operadores.

Palavras-chaves: Operador reverso. Transformadores. Padrão.

REVERSING OF DISTRIBUTION TRANSFORMERS: CASE STUDY OF THE MANAGEMENT OF ELECTRICAL EQUIPMENT REMOVED FROM THE GRID

ABSTRACT

The management of materials and equipment removed from the electrical grid is crucial to ensuring operational efficiency and sustainability. This article addresses the management of these materials from removal to classification, storage, and final disposal. Appropriate management promotes sustainability, optimizes resources, and minimizes environmental impacts. It was observed that the lack of standardization and inadequate training result in inconsistencies, causing financial losses and environmental risks. The research utilized a bibliographic review and qualitative analysis of current practices, considering the outsourcing of reverse logistics for transformers, highlighting the need for process standardization and continuous training of operators.

Keywords: Reverse Operator. Transformers. Standard.

Instituição afiliada – ¹Universidade de Passo Fundo – UPF

DOI - <https://doi.org/10.36557/pbpc.v4i1.313>

Dados da Publicação: Artigo recebido e publicado em 2025

Autor correspondente: Jefferson de Oliveira¹ - jeffeson.oliveiraoliveira@gmail.com

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



1 INTRODUÇÃO

A gestão de materiais e equipamentos retirados da rede elétrica é uma atividade crucial para a manutenção da eficiência operacional e da sustentabilidade do sistema elétrico. Este processo envolve um conjunto de procedimentos rigorosos e detalhados que visam garantir o retorno dos materiais aos depósitos, onde são devidamente contabilizados e triados. A eficiência dessa gestão é essencial não apenas para a reutilização de materiais em boas condições, mas também para o descarte apropriado dos inservíveis, conforme normas ambientais vigentes.

No presente artigo, discutiremos as diversas etapas envolvidas nesse processo, desde a retirada dos materiais da rede elétrica até sua classificação, armazenamento e eventual reaproveitamento ou descarte. Analisaremos também os desafios enfrentados pelos operadores logísticos reversos e almoxarifes responsáveis por essa logística, bem como as implicações ambientais e econômicas de uma gestão ineficaz.

Além disso, abordaremos o papel das diferentes gerências e operadores na coordenação das coletas e na garantia da conformidade dos processos com as diretrizes estabelecidas. Por fim, destacamos a importância de uma abordagem crítica e contínua na melhoria desses procedimentos, visando não apenas a eficiência operacional, mas também a sustentabilidade e a redução de impactos ambientais.

O estudo leva em consideração a reversa de transformadores e suas possíveis orientações para a execução dos devidos processos diante da terceirização desta fatia de mercado bilionária e dolarizada.

2 METODOLOGIA

A metodologia para a reversa de transformadores de distribuição foi aplicada levando em consideração as operações que ocorrem no Rio Grande do Sul e que gerou mais de 30 milhões em receita bruta no ano de 2020 com os equipamentos de alienação produzidos somente na CPFL e previsão de investimento de quase 2 bilhões de reais até 2024 em plano de sustentabilidade, sem levar em consideração os demais players do setor de energia: resultando em melhorias significativas na gestão de materiais e equipamentos retirados da rede elétrica. Inicialmente, uma revisão bibliográfica extensa foi realizada, permitindo coletar e analisar artigos, livros e estudos de caso que forneceram uma base teórica sólida.

A pesquisa foi conduzida por meio da exploração detalhada das práticas de gestão de transformadores retirados da rede elétrica e a análise qualitativa aprofundou-se nas percepções e experiências dos envolvidos na gestão dos transformadores. Métodos como a análise de conteúdo foram empregados para interpretar as observações, revelando temas recorrentes e insights valiosos.

A avaliação de impacto do fluxo de reversa de transformadores de distribuição foi conduzida para examinar os efeitos das práticas de gestão de materiais nas comunidades locais e na economia regional. Com a aplicação destas metodologias, torna-se possível compreender a eficiência, a sustentabilidade e a segurança das operações, evidenciando-se abordagens para um gerenciamento mais eficaz e sustentável dos transformadores de distribuição.

2.1 Movimentação e controle de transformadores de distribuição

Evidencia-se que todos os materiais e equipamentos removidos da rede elétrica devem retornar aos depósitos para que seus saldos contábeis sejam inseridos, conforme medições realizadas pelos técnicos de serviço de campo e de distribuição. Os materiais provenientes da rede elétrica devem passar por uma triagem inicial realizada pelos técnicos, visando a reutilização dos materiais em boas condições através de uma reclassificação.

Materiais considerados inservíveis devem ser descartados ou armazenados nos locais identificados e indicados pelos almoxarifes. Para materiais passíveis de reforma, reaproveitamento ou em garantia, os técnicos devem entregá-los aos almoxarifes ou depositá-los em locais indicados pelo agente logístico, para conferência posterior.

Os materiais ferrosos e não ferrosos precisam ser acondicionados em recipientes como big bag ou contentores fixos ou móveis, devem ser utilizados de acordo com as características de cada material, reduzindo riscos de avarias e prolongando sua vida útil, bem como facilitando a movimentação durante a coleta e descarregamento. O almoxarife é responsável por realizar a conferência física dos materiais, confrontando código, quantidade, peso e medida dos itens, acompanhando, posteriormente, a medição que gerará o saldo do material.

No envio de equipamentos e materiais para alienação ou reforma, os almoxarifes responsáveis pelos depósitos devem controlar os saldos de materiais e avaliar as condições de armazenagem, solicitando coletas em tempo hábil e/ou confirmando a necessidade de retirada quando acionados pelos operadores reversos, assegurando a organização física do ambiente. Devem também comunicar previamente a necessidade de aumento no número de contentores ou outros recipientes necessários para armazenagem.

As coletas ocorrem mediante solicitação e/ou confirmação de saldos para retirada, respeitando calendário previamente aprovado. As solicitações e/ou confirmações de coleta devem ser feitas na programação anterior à mesma, para o correto dimensionamento dos veículos pelo operador logístico reverso: o envio de equipamentos e materiais para alienação ou reforma só ocorre se houver saldo contábil disponível.

Materiais que requeiram retrabalho com embalagens, exponham motoristas e ajudantes a riscos, ou estejam em área energizada, não são coletados. As coletas devem ser acompanhadas pelos almoxarifes para garantir o correto envio dos materiais previstos nos pedidos de transferência e nos documentos fiscais.

Os materiais inservíveis destinados à alienação devem ser pesados, contados e medidos. Após a conferência das quantidades, o almoxarife deve criar um pedido reverso sistêmico para o processo de coleta. Pedidos reversos e solicitações ou confirmações de coleta devem ser gerados separadamente para diferentes tipos de materiais, evitando tratativas e prazos equivocados para transporte.

Equipamentos retirados da rede devem ser triados nos depósitos conforme normas específicas e destinados às empresas contratadas para reforma ou alienação, através dos operadores logísticos contratados. A coleta do material avariado é realizada conforme prazos estabelecidos em contrato com a reformadora.

Para transformadores e demais equipamentos, as solicitações ou confirmações de coleta devem ocorrer após verificação dos dados cadastrais e confirmação: inconsistências devem ser tratadas pelos técnicos. O operador logístico reverso confirma a coleta após conferência dos pedidos reversos e romaneios, confrontando os dados cadastrais dos equipamentos com o sistema, não obstante, as coletas ocorrem conforme datas informadas e em alinhamento com o cronograma validado.

A responsabilidade do operador logístico reverso inclui emitir calendário de coletas, disponibilizar recursos adequados para coleta e armazenagem dos materiais retirados, realizar coletas conforme cronograma estabelecido, disponibilizar contentores, monitorar saldos de equipamentos avariados, realizar conferência dos dados cadastrais dos equipamentos, e comunicar sobre não confirmação física de saldos. Cabe à companhia de energia garantir a geração de saldos contábeis através de medições de obras e ordens de serviços, triagem correta dos materiais retirados da rede, conformidade dos cadastros dos equipamentos e medidores, e solicitar coletas ou confirmar saldos para retirada dos materiais pelo operador reverso.

A mesma deve garantir a execução dos termos estabelecidos nos contratos de logística reversa e reformadoras, validar cronograma de retiradas, realizar reuniões com operadores reversos e reformadora, instruir, treinar e orientar os operadores reversos e almoxarifes, atender a solicitações de coletas emergenciais, monitorar saldos de sucatas e avariados nas bases operacionais, acompanhar periodicamente as solicitações de coletas e trânsito de materiais, realizar reclassificações de materiais após triagem técnica, emitir cobranças e ajustes de estoques, e aprovar solicitações de vendas de inservíveis.

Cabe ainda, estabelecer normas operacionais da logística reversa, garantir a vigência dos contratos com as empresas de operação logística reversa, reforma de transformadores e recuperação de equipamentos. Definir também a forma e o escopo do contrato de inspeções de materiais recuperados, aprovação do resultado das triagens de transformadores provenientes da cadeia reversa, e validar a triagem de transformadores.

Equipamentos contendo óleo e aqueles com vazamentos devem ser transportados em contentores específicos para prevenir derramamentos. Resíduos gerados devem ser destinados em conformidade com a legislação vigente.

Observa-se o caminhão que não possui uma estrutura de contenção de óleo, neste caso, os transformadores que apresentam vazamento devem ser acondicionados nos contentores específicos, porém ainda existe o risco de novos vazamentos durante o transporte, exigindo que os operadores reversos invistam em caminhões que atendam as necessidades da logística.

Antes do início dos serviços, a capacitação, o treinamento e a conscientização dos funcionários devem ser garantidos, em consonância com os princípios das políticas ambientais e suas diretrizes. Evidências desses treinamentos devem estar acessíveis para auditorias. Qualquer agressão ao meio ambiente deve ser reportada imediatamente ao gestor do contrato: se a agressão for causada pela contratada, as medidas mitigadoras e o pagamento de multas serão de sua responsabilidade.

2.2 Fluxo de reversa de transformadores de distribuição

Os transformadores retirados da rede devem passar obrigatoriamente pelas seguintes etapas: armazenar em local adequado para triagem, obter o resumo de obra, obter dados cadastrais do transformador e, se houver inconsistências com os dados da placa, enviar as correções para análise e atualização. Deve-se realizar um exame visual do equipamento, classificar os transformadores e separá-los em lotes identificados, destinados a reforma ou retorno à rede, conforme as instruções.

Os transformadores substituídos em situações de emergência geralmente requerem manutenção por estarem queimados ou avariados. Esses equipamentos devem ser classificados e separados para encaminhamento à empresa contratada para processamento externo, avaliando-se a possibilidade de sucateamento.

Os transformadores retirados da rede oriundos de obras devem ser avaliados segundo critérios de sucateamento e também se suas tensões primária e secundária que impedem seu reaproveitamento na região de responsabilidade. Caso não se enquadrem nesses critérios, a inspeção visual deve determinar se pequenos reparos são necessários, verificando o estado da pintura, a corrosão no tanque, se há buchas quebradas ou trincadas, a condição dos terminais, vazamentos de óleo, e as dimensões físicas que impeçam a reinstalação na rede. Se forem necessários reparos, o equipamento deve ser classificado para processamento externo, caso contrário, deve ser reclassificado e disponibilizado no estoque.

Os transformadores são armazenados necessariamente dentro de uma barreira de contenção constituída de tanque subterrâneo separador de água e óleo, não obstante, outros métodos podem ser aplicados. Devem ser sucateados e alienados os transformadores que atendam aos seguintes critérios: apresentarem dimensões físicas fora do padrão, que dificultam a instalação; não apresentarem condições técnicas de reaproveitamento nos ciclos de cadeia reversa, conforme estabelecido em diretrizes internas; e aqueles contaminados com PCB, quando identificado teor acima do permitido por regulamentações ambientais vigentes.

Toda movimentação de transformadores de distribuição, seja em ocorrências emergenciais ou obras programadas, deve ser documentada via formulário de movimentação de transformador. A responsabilidade pelo preenchimento das informações recai sobre todos os profissionais envolvidos no processo de substituição e instalação desses equipamentos na rede.

As informações preenchidas devem ser encaminhadas para o departamento de distribuição para subsidiar a elaboração de projetos de retirada e instalação de transformadores, e toda atividade que avalia as condições físicas dos transformadores retirados da rede, qualificando-os para estoque normal ou envio para processamento externo (reforma total, pequenos reparos, garantia ou alienação), deve ser executada com precisão e responsabilidade.

3 DIAGNÓSTICO

O diagnóstico dos Transformadores de distribuição dá-se pelo TTR (Transformer Turn Ratio), um instrumento essencial utilizado para medir a relação de espiras dos enrolamentos de um transformador. Este instrumento mede a relação de tensões a vazio nos enrolamentos, o que, na prática, corresponde aproximadamente à relação de transformação indicada pelo fabricante nos dados de placa do transformador. Durante o processo de triagem, o TTR é utilizado para detectar falhas nos enrolamentos que possam indicar a queima do equipamento: é imperativo que este equipamento esteja devidamente calibrado, aferido pelo órgão competente e apresente certificado de calibração para auditorias.

A reforma total é uma etapa da triagem que envolve manutenções na parte ativa dos equipamentos, enquanto os pequenos reparos consistem em manutenções menores. O período de garantia é estabelecido por contrato entre o fabricante ou reformadora e companhia de energia, abrangendo a reposição ou conserto gratuito dos transformadores que apresentem defeitos de fabricação ou nos serviços de manutenção executados: este período, que geralmente é de dois anos para transformadores novos, reformados e com pequenos reparos, é renovado integralmente após a conclusão dos reparos dentro do período de garantia.

A alienação é o processo de destinação final dos transformadores que se mostram inviáveis do ponto de vista técnico-econômico para recuperar suas condições nominais de operação. Transformadores que tiveram boletim de ocorrência lavrado por furto ou violação parcial nos locais de instalação ou estocagem também são encaminhados para triagem.

Os transformadores retirados da rede de distribuição que apresentem problemas em suas condições físicas devem ser enviados para o operador logístico reverso contratado. Devem ser segregados em local adequado, limpo e livre de lubrificantes derramados ou estopas sujas de óleo: é necessário conferir os dados cadastrais do transformador no sistema, confrontando-os com os dados de placa do equipamento.

Em caso de divergência, o almoxarife do depósito deve informar o técnico responsável. Os transformadores devem ser segregados em lotes, contemplando as possibilidades de reforma total, pequenos reparos, garantia, ou até mesmo alienação: transformadores classificados como sucata, necessitam da validação do setor responsável.

Transformadores em bom estado enviados para o operador logístico reverso devem ser classificados conforme as orientações da especificação. A triagem de transformadores deve ser executada de acordo com o procedimento e validada por meio de inspeções periódicas baseadas no relatório de triagem fornecido pelo operador logístico reverso contratado: para cada transformador triado, os defeitos observados durante a abertura do equipamento devem ser informados para acompanhamento dos indicadores de queima de transformadores.

Durante a inspeção visual dos transformadores, devem ser verificados o estado da pintura, integridade das buchas, condição dos terminais, vazamento de óleo, conformidade dos dados de placa com o registro no sistema, dimensões físicas e nível de óleo. Os ensaios de triagem devem ser realizados para garantir a integridade do transformador.

Os transformadores destinados a pequenos reparos e reforma total devem ser segregados e seguir as orientações das especificações técnicas pertinentes. Transformadores considerados para alienação devem ser analisados quanto à sua padronização, classe de potência e se foram objeto de furto ou violação parcial.

As movimentações dos transformadores de distribuição até o envio para a reformadora ou descaracterização para a produção de matéria-prima e uso industrial, consistem em: coleta, recebimento, triagem, armazenagem e validação. No caso de sucateamento, dá-se ênfase nos equipamentos alienados que devem ser

desmontados, retirado óleo, núcleo e componentes internos, descaracterização do casco e dos demais componentes, e destinados para a indústria de transformação.

Para toda movimentação dos transformadores de distribuição, os responsáveis pelas equipes ou empresas contratadas devem preencher os formulários solicitados pelo contratante e encaminhá-los para subsidiar a elaboração de projetos, bem como manter atualizada a base de dados no sistema.

4 CONCLUSÃO

A gestão de materiais e equipamentos retirados da rede elétrica é uma atividade essencial para a manutenção da eficiência operacional e da sustentabilidade do sistema elétrico. Este processo, que envolve rigorosos procedimentos de triagem e reclassificação, visa garantir a reutilização dos materiais em boas condições e o descarte apropriado dos inservíveis. A falta de padronização e treinamento adequado pode levar a inconsistências e prejuízos financeiros, além de riscos ambientais.

A metodologia aplicada, baseada em revisão bibliográfica e estudo de caso, evidencia a necessidade dos procedimentos. A avaliação das práticas no Rio Grande do Sul, que geraram receitas significativas, demonstra que uma gestão eficiente pode trazer benefícios econômicos e ambientais. A terceirização da logística reversa, apesar de apresentar novos desafios de coordenação, pode ser uma estratégia viável para aprimorar a gestão, desde que acompanhada de padronização e capacitação rigorosas.

Em suma, a gestão eficiente de materiais retirados da rede elétrica é crucial para garantir a sustentabilidade e a eficiência operacional. A adoção de práticas padronizadas, treinamento contínuo e recursos logísticos adequados são fundamentais para superar os desafios identificados e maximizar os benefícios econômicos e ambientais. A abordagem crítica e contínua na melhoria dos processos é imperativa para assegurar a conformidade com as diretrizes e a sustentabilidade a longo prazo.

5 REFERÊNCIAS

BALLOU, R.H. Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial. 5ed. Porto Alegre, RS: Bookman, 2006. 616 p. ISBN 9788536305912.

CPFL. Padrões Técnicos. Disponível em: <<https://www.cpfl.com.br/padroes-tecnicos>>. Acesso em: 08 jan. 2025.

EXAME. Aposta da CPFL em logística reversa se traduz em R\$ 34 milhões em 2020. Disponível em: <<https://exame.com/esg/aposta-da-cpfl-em-logistica-reversa-se-traduz/>>. Acesso em: 08 jan. 2025.

Genovese, A., Acquaye, A.A., Figueroa, A., Koh, S.C.L., 2017. Sustainable supply chain management and the transition towards a circular economy. Evidence and some applications Omega 66, 344e357.

LEITE, P. R. Logística reversa: meio ambiente e competitividade. 4ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2003.

MENDONÇA, J. C. A. et al. Logística Reversa no Brasil: Um estudo sobre o mecanismo ambiental, a responsabilidade social corporativa e as legislações pertinentes. Revista Unicentro, Paraná, v.15 n.2, 2017.

PIVA, Cristiano. Gerenciamento de Riscos à Atividade de Manutenção e Construção de Redes de Distribuição de Energia Elétrica. Monografia (Tecnologia em Energia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2023.