

Eixo Temático: Inovação e Sustentabilidade em Diferentes Setores

**REDUÇÃO E TRATAMENTO DE RESÍDUOS: O PROCESSO DE LOGÍSTICA
REVERSA DE TRANSFORMADORES DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA
ELÉTRICA DA AES SUL**

**REDUCING AND TREATING WASTE: THE REVERSE LOGISTICS PROCESS OF
DISTRIBUTION TRANSFORMERS OF ELECTRICITY**

Edgar Noschang Kunz

RESUMO

O presente artigo apresenta um estudo na empresa AES Sul Distribuidora Gaúcha de Energia Elétrica S/A, sobre o gerenciamento de resíduos das avarias de transformadores de distribuição de energia elétrica. Esse gerenciamento baseia-se no processo de logística reversa de pós-consumo que é administrado pela própria empresa. São muitos os transformadores que avariaram gerando diversos resíduos e, em alguns casos, óleo mineral contaminado com bifenilas policloradas (PCB) que é produto químico nocivo à saúde e deve passar por tratamento especial. Assim, o objetivo deste estudo é identificar as necessidades de melhorias no processo de logística reversa adotado pela AES Sul, com vistas a excelência na redução e tratamento de resíduos gerados das avarias de transformadores de distribuição de energia elétrica, que pode fomentar ações para um consumo de energia elétrica de cada vez menor impacto ambiental.

Palavras-chave: Logística reversa, Transformadores, Gerenciamento de resíduos, Meio ambiente.

ABSTRACT

The present paper reports experimental studies on company AES Sul Distribuidora Gaucha de Energia S/A, which deals with the management of residues and fault distribution transformers of electricity. This management is based on the reverse logistics process of post-consumption that is managed by the company. There are plenty of different processors that fail causing waste and in some cases, mineral oil contaminated with polychlorinated biphenyls (PCBs) that the chemical is harmful to health and must undergo particular treatment. The objective of this study is to identify the needs of improvements in the reverse logistics process adopted by AES Sul, aiming for excellence in reducing and treating waste generated from the damage of distribution transformers of electricity, which can promote actions to an electrical power consumption of less and less impact on the environment.

Keywords: Reverse logistics, Transformers, Waste management, Environment.

1. INTRODUÇÃO

A energia elétrica é um produto indispensável para o padrão de vida humana atual, pois é dela que, direta ou indiretamente a civilização produz e armazena alimentos, transporta água, locomove-se, comunica-se, aquece-se, refrigera-se, interage, enfim, existe com uma qualidade de vida em evolução, se essa for relacionada com o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH).

De acordo com ONU (2011), entre os anos 2000 e 2010, o IDH cresceu 0,57 para 0,62 e, conforme Factbook (2011), no mesmo período, o consumo de energia elétrica aumentou de 3,6 trilhões de kWh. Isso pode comprovar que o consumo de energia elétrica tem relação direta com a qualidade de vida das pessoas e ambos tendem a aumentar com o passar do tempo.

Nesse contexto estão as organizações que empregam muitas pessoas em todo o mundo para gerar, transmitir e distribuir a energia elétrica. Entre as empresas de serviço de distribuição de energia elétrica está a AES Sul Distribuidora Gaúcha de Energia S/A, que desde 1997 investe na qualidade de sua rede elétrica e no atendimento à parte da população do Estado do Rio Grande do Sul, na Região Sul do Brasil. A AES Sul possui mais de um milhão de clientes, 55 mil transformadores de distribuição instalados, 29 lojas de atendimento e 1.291 colaboradores próprios (AES SUL, 2012).

A missão da AES Sul é “promover o bem estar e o desenvolvimento por meio do fornecimento seguro, sustentável e confiável de soluções de energia”, a visão é “ser a melhor Concessionária de Distribuição de Energia Elétrica do Brasil até 2016” e os valores são “segurança em primeiro lugar, agir com integridade, honrar compromissos, buscar a excelência e realizar-se no trabalho” (AES SUL, 2012 página não-numerada).

Entre os desafios comuns de uma distribuidora de energia elétrica, está a substituição de transformadores de distribuição que avariam por outros em boas condições, na rede de distribuição de energia elétrica, para manter a energia disponível aos seus clientes. Na AES Sul, essas avarias de transformadores de distribuição ocorrem por diversos motivos, como descargas atmosféricas, sobrecargas, curtos-circuitos entre condutores em vendavais, entre outros, que são combatidos por plano de manutenção preventiva na rede de distribuição de energia elétrica. Naturalmente que, tanto os serviços de retirada e instalação de transformador de distribuição, como a reposição de seus estoques, são gerados custos para o negócio, os quais, se bem administrados, podem ser minimizados.

Entre as medidas adotadas pela AES Sul para redução de custos oriundos das avarias de transformadores de distribuição nas redes de energia elétrica está o processo de logística reversa, que resulta em uma economia muito significativa, de acordo com a empresa. Além disso, o processo de logística reversa de transformadores de distribuição, que a AES Sul adota, contribui para a preservação do meio ambiente, pois são reaproveitados materiais de fontes não renováveis e tratados os resíduos antes do descarte.

O processo de logística reversa de transformadores de distribuição da AES Sul pode ser representado pela Figura 1.

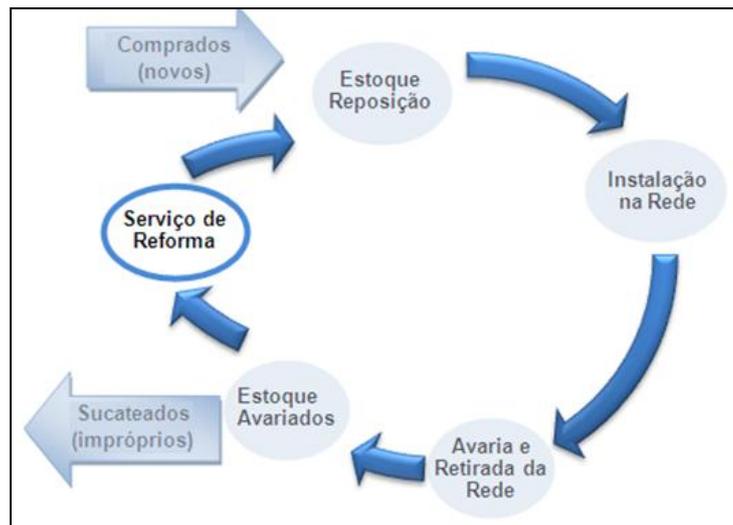


Figura 1 – Fluxograma do processo de logística reversa de transformadores de distribuição de energia elétrica da AES Sul.
Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme a Figura 1, após a avaria de um transformador de distribuição instalado na rede de energia elétrica, o mesmo é retirado e destinado ao estoque de avariados. A partir desse momento o equipamento pode ser sucateado se for impróprio para reforma ou pode ser reformado para repor o estoque. Para reposição dos sucateamentos e eventuais atrasos no serviço de reforma, são realizadas compras de novos transformadores de distribuição.

O problema existente, no processo de logística reversa de transformadores de distribuição da AES Sul, é que alguns materiais sucateados e resíduos descartados no serviço de reforma podem ser mais bem administrados, assim como a reposição de estoque por transformadores reformados, para maximizar os resultados econômicos e ambientais. Esse problema motivou o presente estudo concentrado em identificar: “No que o processo de logística reversa adotado pela AES Sul pode melhorar a fim de reduzir, bem como melhor tratar, os resíduos gerados nas avarias de transformadores de distribuição de energia elétrica?”

1.1. Objetivos

Os objetivos foram divididos em um geral e quatro específicos.

1.1.1. Objetivo geral

Identificar as necessidades de melhorias no processo de logística reversa adotado pela AES Sul, com vistas a excelência na redução e tratamento de resíduos gerados das avarias de transformadores de distribuição de energia elétrica.

1.1.2. Objetivos específicos

- a) Descrever o processo de logística reversa adotado pela AES Sul no gerenciamento de resíduos gerados das avarias de transformadores de distribuição de energia elétrica e reposição de estoque por transformadores reformados;
- b) Apontar os principais resíduos gerados das avarias de transformadores de distribuição de energia elétrica da AES Sul e o tempo médio de reposição de estoque por transformadores reformados;
- c) Mensurar o material não reaproveitado e o tempo de atraso na reposição por reformado, que sejam potenciais de melhorias nos resultados do processo de logística reversa adotado pela AES Sul;
- d) Identificar os esforços atualmente praticados pela AES Sul para melhorar os resultados no gerenciamento de resíduos gerados das avarias de transformadores de distribuição de energia elétrica por meio da logística reversa adotada.

1.2. Justificativa

Conforme CONAMA¹ (2001) cabe ao responsável legal pelo estabelecimento gerador a responsabilidade pelo gerenciamento de seus resíduos desde a geração até a disposição final. Por isso, o gerenciamento de resíduos é uma medida adotada pelas organizações com a finalidade de minimizar os impactos ambientais que, frente às leis vigentes, deve ser realizado.

No contexto empresarial dos dias atuais, que valoriza a preservação do meio ambiente e manutenção dos recursos essenciais para vida no planeta, as empresas buscam ir além das obrigações legais impostas pelos órgãos governamentais, objetivando crescer economicamente de forma sustentável.

Conforme Ballen (2005 *apud* PRONK e HAQ, 1992), o crescimento econômico na sustentabilidade ou desenvolvimento sustentável ocorre quando a economia crescente traz justiça e oportunidades para toda a humanidade, independente de raças, sem destruir os recursos naturais finitos e sem ultrapassar a capacidade de carga do sistema ou capital natural disponível.

Barbieri *et al.* (2010) diz que uma organização que busca vantagem competitiva em desenvolvimento de produtos, serviços, processos e negócios, novos ou modificados, com base humanitária nas dimensões social, ambiental e econômica, é, em âmbito global, uma organização capaz de inovar e ser sustentável.

Assim, o presente estudo se justifica porque servirá de base para a AES Sul tornar seu processo de logística reversa de transformadores de distribuição ainda mais eficiente e eficaz no gerenciamento de resíduos oriundos das avarias desses equipamentos na rede elétrica.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A seguir são abordados os principais assuntos revisados na literatura sobre a abordagem do gerenciamento de resíduos no processo de logística reversa de transformadores de distribuição de energia elétrica.

2.1. Transformador elétrico

¹ CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente.

De acordo com Fitzferald, Kingsley e Umans (2006), transformador elétrico em geral é uma máquina elétrica que transforma energia elétrica de determinada característica para a mesma energia elétrica com outras características e com o mínimo de perdas no processo. Os autores detalham um transformador, essencialmente, por possuir dois ou mais enrolamentos de fios condutores de energia elétrica para a energia que entra na máquina e outros dois para a que sai da máquina, podendo ser chamados, respectivamente, de enrolamento primário e enrolamento secundário.

Um transformador de distribuição de energia elétrica possui, conforme Fitzferald, Kingsley e Umans (2006), além das demais peças obrigatórias diversas e dos acessórios, quatro partes essenciais: (a) bobinas; (b) núcleo magnético; (c) tanque; e (d) óleo isolante². Essas partes são evidenciadas na Figura 2.

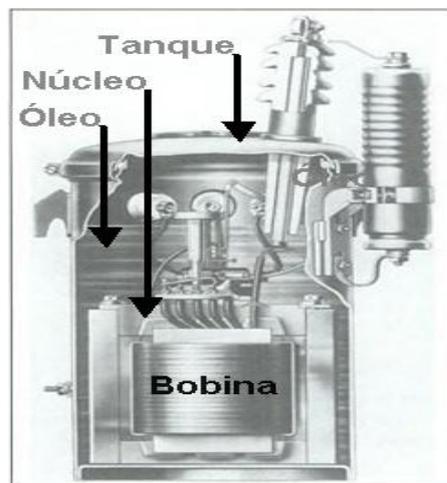


Figura 2 – Transformador de distribuição de energia elétrica visto em corte.
Fonte: Fitzgerald, Kingsley e Umans (2006 *apud* General Eletric Company, 2003).

2.2. Bifenilas policloradas (PCB) e tratamento

Os transformadores de distribuição possuem o óleo mineral isolante como o principal dielétrico líquido, que é associado com o papel isolante na sua confecção. Esse tipo de óleo surgiu em 1855 e em 1970 iniciaram preocupações sobre a presença de bifenilas policloradas (PCB) em sua composição, porque, devido à estabilidade química e resistência a biodegradação, ofereceria risco ambiental, higiene e segurança do trabalho (CAMARGO, 2010).

A Portaria Interministerial 19, de 2 de janeiro de 1981 que estipula 1983 como limite para o fim de sua produção, comercialização e uso em todo território brasileiro. No entanto, a mesma portaria permite que equipamentos já instalados continuem funcionando até o momento que esses sejam substituídos por inteiro ou apenas o óleo isolante. A norma ABNT³/NBR 8371 estabelece as orientações para o manuseio, embalagem, rotulação, armazenagem e transporte de PCB, bem como níveis de contaminação permitidos e critérios para a manutenção e descarte de equipamentos elétricos contaminados (CAMARGO, 2010 *apud* PENTEADO E VAZ, 2001).

O PCB após decomposição, ou destruição por fogo, passa por quebra de suas moléculas, mas, são processos lentos ou ineficazes que oferecem riscos de derramamentos e

² O óleo isolante pode ser do tipo mineral ou vegetal com a finalidade de isolamento elétrico entre as partes internas e refrigeração dos enrolamentos do transformador de distribuição de energia elétrica (ABNT, 2011).

³ Associação Brasileira de Normas Técnicas.

contaminação por outros compostos químicos tóxicos, por isso a maneira mais adequada é a sua absorção dos líquidos, como o óleo mineral isolante (CAMARGO, 2010).

2.3. Processo de logística reversa

Para Leite (2006, p. 6), canais de distribuição reversos de bens de pós-consumo são “as diferentes formas de processamento e de comercialização dos produtos de pós-consumo ou de seus materiais constituintes, desde sua coleta até sua reintegração ao ciclo produtivo como matéria-prima secundária”.

Conforme Leite (2006, p. 141), “a revalorização ecológica dos produtos de pós-consumo é entendida como uma maneira de a empresa recapturar valor, por meio da logística reversa, reduzindo impacto de seus produtos no meio ambiente.”

Para Bertaglia (2009, p. 28), “a conscientização ecológica tem influenciado o comportamento das organizações para a valorização e preservação do meio ambiente”. O mesmo autor considera o meio ambiente como parte integrante do processo econômico, sem tratá-lo isoladamente, sendo que ações de logística reversa são muito importantes para proteger o ecossistema. Sendo assim, adotar uma estratégia por meio da logística reversa, como por reuso de bens de pós-consumo, possibilita ganhos econômicos, imagem, valor agregado ao produto, entre outros.

De acordo com Figueiredo, Fleury e Wanke (2003), recuperação é o recondicionamento de material danificado através de reprocessamento conforme a Figura 3.

Observando a Figura 3, fica evidente a inversão do fluxo da logística no processo reverso e o destaque do reaproveitamento de materiais por meio, por exemplo, da reforma.

A logística reversa com a reforma possibilita, assim como qualquer modelo reverso, economias além do preço diferenciado do insumo virgem, como: (a) economia da quantidade de energia consumida; (b) economia de componentes que entram na composição da matéria virgem; e (c) economias pela diferença entre investimentos em fábricas de matérias-primas primárias e de matérias primas recicladas (LEITE, 2006). Essa revalorização por meio do canal reverso de reuso é de grande relevância para os negócios, mesmo sendo variável de um caso para outro que depende de avaliação planejada dos fatores ecológico, legal, tecnológico e logístico envolvidos no setor (LEITE, 2006).

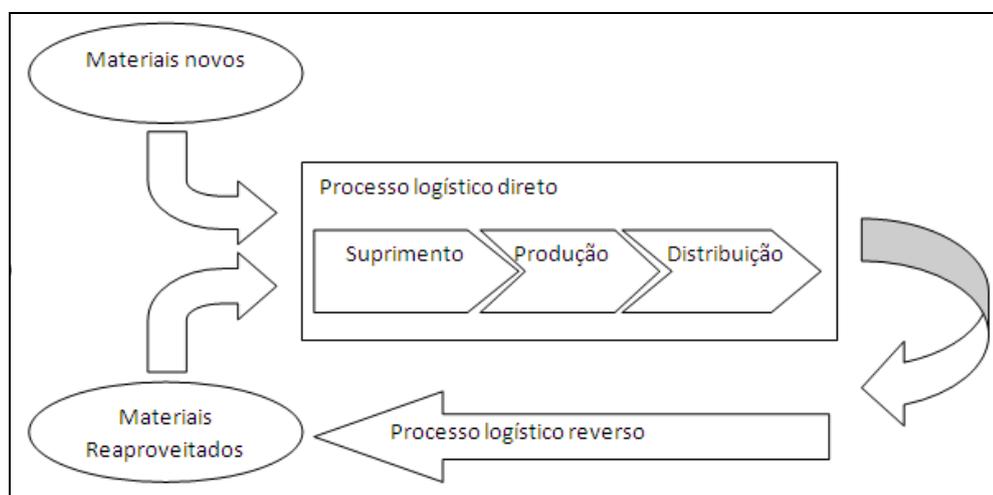


Figura 3 – Representação esquemática dos processos logísticos diretos e reverso.
Fonte: Figueiredo, Fleury e Wanke (2003, p.477)

3. METODOLOGIA

O trabalho foi realizado na empresa AES Sul e seus parceiros de negócios envolvidos no processo de logística reversa de transformadores, que é objeto desse estudo de caso que, para Yin (2005), trata-se de uma pesquisa empírica com procedimentos preestabelecidos desde o planejamento da coleta de dados e abordagens até a análise dos mesmos.

A pesquisa é de caráter descritivo, pois, conforme Trivinos (1987), esse é um método de descrever com exatidão os fatos e fenômenos de determinada realidade e de estabelecer relações entre as variáveis. A abordagem do problema é de cunho qualitativo e quantitativa, onde a primeira descreve a complexidade do problema e a segunda garante a fidelidade e exatidão da análise e interpretação (ROESCH, 2007).

A população da pesquisa foi definida como sendo os gestores responsáveis pela administração do processo de logística reversa de transformadores de distribuição, composta por três colaboradores da AES Sul, que atuam principalmente no controle e direção da produção e da qualidade dos serviços envolvidos nesse processo.

A coleta de dados ocorreu por meio de três instrumentos: (a) análise documental, por meio de observação *in loco* do sistema de informações da AES Sul, com análises de procedimentos e instruções de trabalhos do objeto de estudo, controles de qualidade e produção, históricos de quantidades de materiais movimentados no processo, entre outros relatórios pertinentes aos objetivos da pesquisa; (b) observação *in loco*, que contribuiu com subsídios para compreender os recursos físicos em atividade e a proximidade dos profissionais da AES Sul responsáveis pelo processo estudado em relação a sua administração; e (c) entrevistas individuais, que não seguiram um modelo estruturado e foram aplicadas conforme a necessidade de informações a serem coletadas, a fim de alcançar os detalhes pontuais não evidenciados na análise documental ou observações *in loco*.

A análise dos dados quantitativa foi apurada em planilhas eletrônicas para computação de relações percentuais entre as quantidades de equipamentos movimentados no processo de logística reversa de transformadores de distribuição. A análise qualitativa dos dados coletados foi feita à luz do referencial teórico. As informações levantadas foram organizadas em fluxogramas e tabelas sobre o processo estudado.

Por fim, os conhecimentos adquiridos foram levados em consideração para compreender as ações realizadas pela empresa e avaliar os resultados da redução e tratamento de resíduos gerados das avarias de transformadores de distribuição de energia elétrica na AES Sul.

4. O PROCESSO

O índice de queima de transformadores, que é a quantidade queimada de transformadores pela quantidade total instalada na rede elétrica, segundo Bernardelli, Bora e Persinoti (2007), pode chegar a 6% ao ano, portanto, se relacionado ao parque de transformadores de distribuição de energia elétrica instalado na AES Sul, as avarias poderiam passar das três mil anuais. Por isso, a preocupação com a quantidade de material inutilizado anualmente em avarias de transformadores de distribuição (TRD) é evidente, sendo seu gerenciamento uma estratégia a ser considerada.

O processo de logística reversa de transformadores de distribuição da AES Sul tem por objetivo o aumento da vida útil desses equipamentos que avariam na rede elétrica da empresa, resultando em economia na reposição do estoque e menor consumo de recursos de fontes não renováveis. Esse processo envolve uma equipe que atua em diversas cidades composta por almoxarifes, técnicos operacionais, técnicos projetistas e gestores, utilizando sistemas de informações que viabilizam o controle e a gestão.

A condução do processo de logística reversa de transformadores de distribuição da AES Sul ocorre dentro de três principais subprocessos:

- a) Operacional – inicia na retirada do TRD avariado até sua disponibilização para as triagens. São processados por técnicos operacionais, almoxarifes e técnicos projetistas que registram as informações dos TRD armazenados nos depósitos localizados em diversas cidades da área de concessão da AES Sul.
- b) Triagens – ocorrem após a disponibilização pelo subprocesso operacional até o envio para a reforma. As triagens de chegada, sucateamento e de reforma acontecem no depósito na cidade de Santa Maria/RS, as quais definem o destino para cada TRD, podendo ser o subprocesso de reforma ou processos paralelos de sucateamento ou controle de PCB.
- c) Reforma – ocorre após as triagens até a entrega no depósito de reposição da AES Sul, em empresa contratada para o serviço de reforma dos TRD avariados, que substitui componentes danificados por novos, repara partes internas e tanque, filtra o óleo não PCB para reaproveitamento e testa os equipamentos de acordo com normas técnicas vigentes da ABNT.

A Figura 4 demonstra o fluxo dos subprocessos com os tempos médios de processamentos computados com base nos sistemas de informações da AES Sul⁴.

Conforme a Figura 4, o subprocesso operacional é o que mais demora, sendo a reforma um tempo dentro do contrato vigente com a empresa terceira e as triagens dependentes, principalmente, da análise laboratorial do óleo mineral isolante para conhecer o teor de PCB e determinar o destino do TRD.

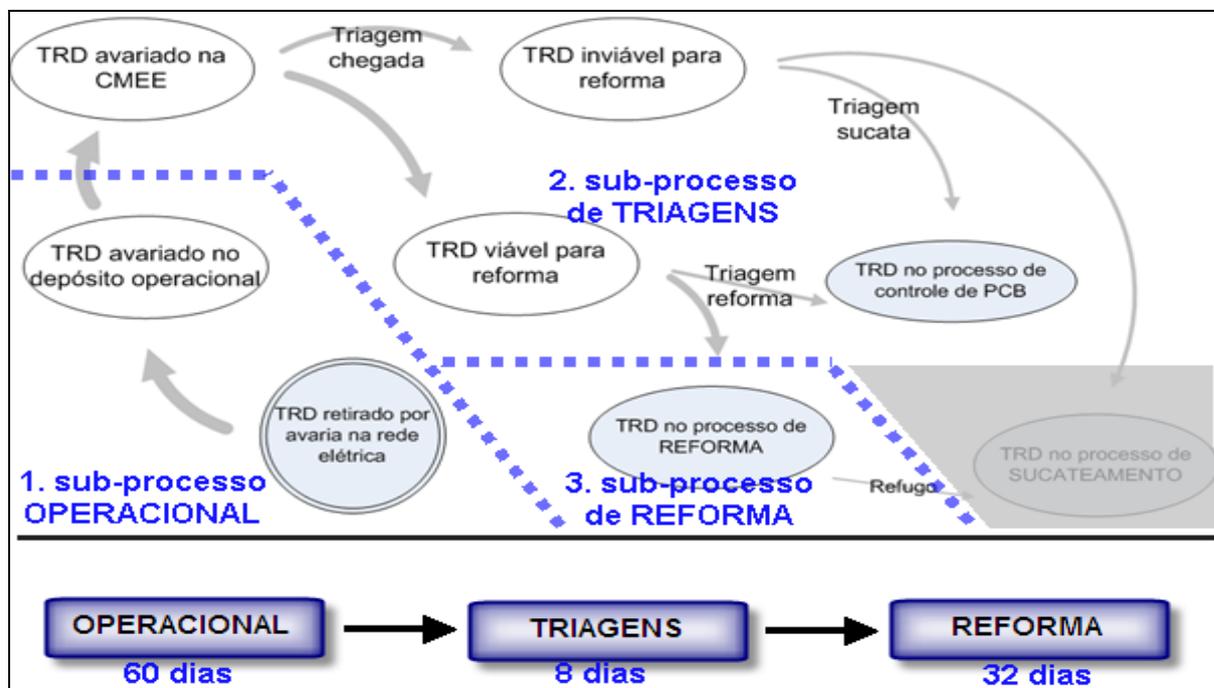


Figura 4 – Subprocesso da logística reversa de TRD na AES Sul.
Fonte: Elaborado pelo autor.

⁴ Valores não necessariamente reais por sigilo empresarial, mas com proporções salvas.

Portanto, a triagem de reforma, triagem de sucata, o processo de controle de PCB e o subprocesso de reforma são as etapas do processo de logística reversa de TRD da AES Sul envolvidas no gerenciamento de resíduos, pois, são nesses momentos que as decisões e as ações sobre os destinos dos materiais impróprios para o reaproveitamento no processo ocorrem.

Conforme a presente pesquisa, os resultados no gerenciamento de resíduos e a eficácia em repor o estoque podem ser melhorados. Isso porque alguns resíduos que são considerados atualmente impróprios parecem depender apenas de investimento em pesquisa, desenvolvimento e tecnologia para serem reaproveitados. Da mesma forma, o tempo para processamento da logística reversa pode melhorar a reposição do estoque. A seguir essas melhorias são mais bem explicadas e as ações da AES Sul já em prática são expostas.

4.2. Resíduos

Os resíduos gerados no processo de logística reversa de TRD da AES Sul podem ser divididos de acordo com as partes do equipamento:

- a) Bobinas – os fios de cobre ou alumínio são vendidos como sucata de metais pela empresa contratada pelos serviços de reforma, entrando num processo de logística reversa específica desses materiais e os sólidos de madeiras e papéis isolantes são todos triturados para ocupar menor volume e destinados ao aterro sanitário específico para esse material impregnado com óleo mineral isolante;
- b) Núcleo magnético – as chapas de aço silício são o que determinam a viabilidade técnica da reforma, portanto ou são reaproveitadas ou são sucateadas juntamente com o equipamento inteiro;
- c) Tanque – os tanques de ferro não aproveitados são vendidos como sucata pela empresa contratada pelo serviço de reforma; e
- d) Óleo isolante – nas triagens os TRD com risco de possuir PCB são separados para que seu óleo seja analisado em laboratório, se for não PCB o equipamento segue para o subprocesso de reforma, caso possuir PCB acima dos níveis normativos o TRD é enviado inteiramente para descarte por incineração ou decomposição. Ocorre ainda o controle do teor de PCB nos reservatórios que filtram as impurezas do óleo, sendo que, caso ocorra contaminação, toda quantidade é descartada da mesma forma. Os custos para destinação de resíduos contaminados com PCB, somente em 2010, chegaram a R\$ 1,65 milhão (RELATÓRIOS, 2010).

Cabe ainda salientar que a água utilizada nas lavagens dos equipamentos é tratada e reaproveitada, com impurezas enviadas ao aterro específico, assim como as ferramentas descartadas após utilização nos serviços de reforma. Também, os fluidos derramados e a água pluvial passam por um tratamento adequado e monitorado antes de ser liberada para o meio ambiente e o contato e armazenamento de qualquer componente com risco de possuir PCB atende o Sistema de Gestão Ambiental (SGA) adotado pela AES Sul, respaldado em licenças ambientais, identificações, EPIs, contenções, entre outros quesitos.

Pode-se, portanto, entender que a AES Sul deve melhorar o processamento de papéis, madeiras e óleo mineral isolante, a fim de deixar de descartá-los e reaproveitá-los no processo de reforma ou outros processos industriais interessados em comprar.

4.3. Materiais novos

Devido o tempo total para o processamento da logística reversa de TRD da AES Sul ser, em média, superior à necessidade para abastecimento do estoque de reposição antes que esse alcance seu limite de segurança, eventualmente são comprados TRD novos para suprir a necessidade de atendimento às avarias que ocorrem. Essas aquisições, além do custo mais elevado, são de recursos externos, portanto, agregam-se novos materiais de fontes não renováveis aos ativos da empresa. O Gráfico 1 representa, em *ceteris paribus*, os eventuais consumos e aquisições de TRD novos⁵.

Conforme o Gráfico 1 e a soma dos tempos de processamento dos subprocessos na Figura 4, o tempo total para reposição do estoque pelo processo atual de logística reversa de TRD da AES é de 100 dias, sendo que, se eventualmente não ocorressem as compras de materiais novos, o estoque de segurança não seria suficiente para suprir as necessidades da empresa.

Como o estoque de segurança é dimensionado de acordo com a capacidade física de armazenamento e estratégias econômicas de investimentos, a AES Sul adota a logística reversa de TRD como uma opção parcialmente eficaz, devendo melhorar o tempo médio de reposição (TMR) desse processo a fim de gerar mais economia e ainda menos consumo de recursos de fontes não renováveis que potencializam futuras gerações de resíduos.

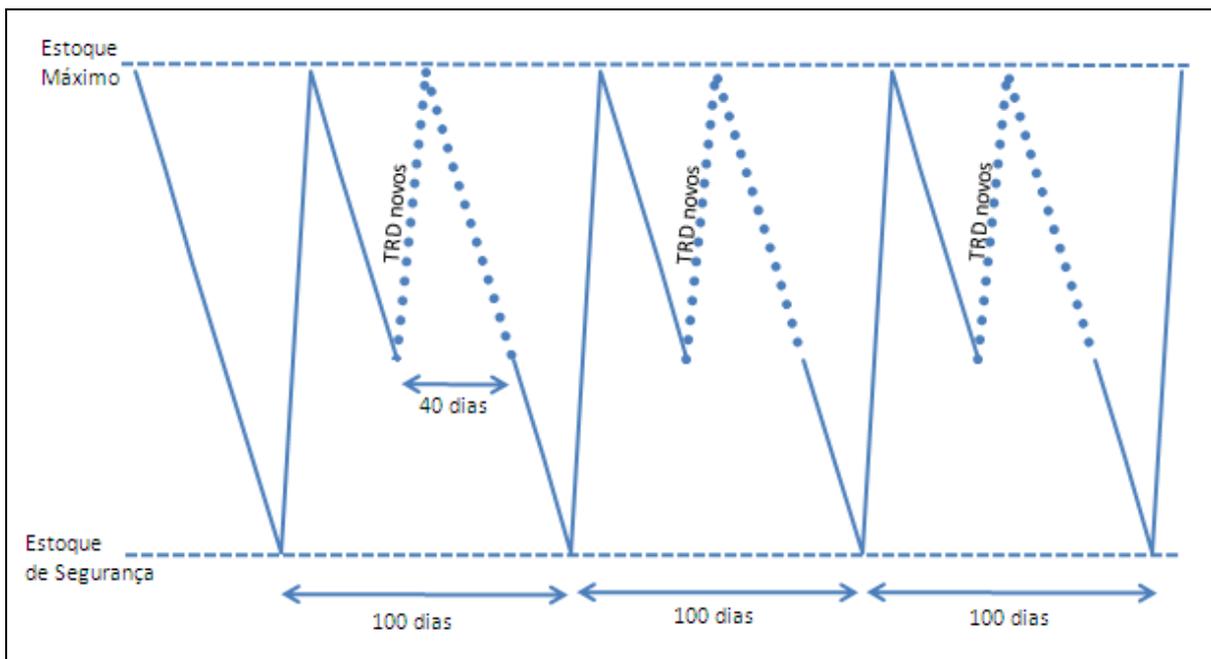


Gráfico 1 – Reposição de estoque de TRD com TMR da logística reversa de TRD da AES Sul em 100 dias.
Fonte: Elaborado pelo autor.

4.4. Ações da AES Sul

As ações atualmente praticadas pela AES Sul para as necessidades de melhoria no gerenciamento de resíduos do processo de logística reversa de TRD são apresentados a seguir para os materiais novos adquiridos, os sólidos papéis e madeiras e o óleo mineral isolante contaminado com PCB.

⁵ Valores não necessariamente reais por sigilo empresarial, mas com proporções salvas.

Para melhoria no processo de logística reversa de TRD quanto ao TMR, a AES Sul adota um projeto de melhoria contínua, encontra-se em fase inicial de desenvolvimento e prevê-se automação por leitores de rádio frequência e gestão por sistema de informações do tipo ERP⁶. O resultado previsto por esse projeto é que o TMR atual alcance 60 dias, que deve evitar a compra de TRD novo, e, conseqüentemente, economizar e gerar menos resíduos após avarias futuras de TRD na empresa.

A AES Sul não possui ou conhece processos fabris desenvolvidos que atendam com eficiência a separação de óleo mineral isolante de papéis e madeiras oriundos do processo de reforma, portanto não adota medidas ou possui projeções para atender essa necessidade.

Para filtragem ou absorção do PCB do óleo mineral isolante contaminado a AES Sul não adota medidas porque conhece apenas métodos em que o óleo resultante não pode ser reaproveitado.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que o processo de logística reversa de TRD da AES Sul por si só pode ser considerado um bom modelo de menor geração e tratamento de resíduos, pois evita considerável quantidade de material novo a ser adquirido e trata os resíduos dentro de normas vigentes. Para reduzir ainda mais o uso de recursos não renováveis com potencial de gerar resíduos futuramente, a empresa se empenha, por meio de projeto de melhoria contínua, em automatizar o processo estudado para que evite quaisquer compras para reposição do estoque.

No entanto, foi evidenciado que a AES Sul deve buscar melhorias para resultar em ainda maior redução de resíduos oriundos do seu processo de logística reversa de TRD, pois os sólidos papéis e madeiras são descartados de todos os casos de avarias de TRD e o óleo mineral isolante contaminado com PCB causa grande custo para a destinação devida, sinalizando ser uma quantidade considerável, portanto, um grande potencial de economia e sustentabilidade.

Estimular e promover pesquisas junto a instituições de ensino e/ou outros parceiros ligadas à área de química e engenharia seria uma maneira de alcançar um método capaz de separar o óleo mineral isolante de papéis e madeiras, assim como absorver o PCB do óleo mineral isolante.

Então, as necessidades de melhorias identificadas nesse estudo devem ser entendidas como oportunidades para a AES Sul desenvolver inovações sustentáveis e evoluir as suas ações sobre o gerenciamento de resíduos oriundos das suas avarias de TRD.

Assim, cada passo que a AES Sul der no sentido de reduzir e tratar melhor os resíduos, ou seja, mais bem gerenciá-los, no seu processo de logística reversa de TRD, maior será sua economia e menor será o impacto ambiental em aterros, riscos de contaminação ou emissão de gases tóxicos, tornando-se, assim, ainda mais sustentável no atendimento de sua missão e visão estratégicas e disponibilizando aos seus consumidores uma fonte de energia ainda mais limpa.

Esse estudo limita-se aos acontecimentos relatados em pesquisa sobre o processo de logística reversa de transformadores de distribuição de energia elétrica da AES Sul, mas possui um assunto que pode servir de base para verificações de processos em outras organizações por trabalhos futuros.

⁶ *Enterprise Resource Planning* – sistemas de informações do tipo planejamento de recursos empresariais que otimiza processos empresariais.

6. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

AES SUL. AES Sul Distribuidora Gaucha de Energia S/A. Porto Alegre, 2012. Disponível em: <<http://www.aessul.com.br>>. Acessado em 9 abr. 2012.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR5440: Transformadores para redes aéreas de distribuição – requisitos. Rio de Janeiro, 2011. 49p.

BALLEN, H. M. van. **Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa**. Rio de Janeiro: FGV, 2005.

BERNADELLI, W. H.; BORA, E. L.; PERSINOTI, C. E. P.. Transformadores de distribuição – impactos econômicos e na qualidade do fornecimento de energia devido a redução das queimas. **CMS Energy Brasil**. Santos, 2007. Disponível em: <http://www.sbqee.com.br/cbqee_2007_pdfs/29576.pdf>. Acesso em 23 abr. 2012.

BERTAGLIA, P. R. Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

BARBIERI, J. C. *et al.* Inovação e sustentabilidade: novos modelos e proposições. **RAE – Revista de Administração de Empresas**. Vol. 50, n. 2, abr. 2010, pp. 146-154. Disponível em: <<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/1551/155115784002.pdf>>. Acesso em: 2 abr. 2012.

CAMARGO, M. A. F. **Espumas poliuretânicas derivadas de óleo de mamona utilizadas na absorção de bifenilas policloradas (PCBs) presentes em óleo mineral isolante**. 2010. 103f. Tese (Doutorado em Química Analítica) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução 283, de 12 de julho de 2001**. Dispõe sobre o tratamento e a destinação final dos resíduos dos serviços de saúde. Diário Oficial da União 2001; 1 out.

FACTBOOK. **Central Intelligence Agency, The World Factbook**. Washington, DC, 2011. Disponível em: <<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/index.html>>. Acesso em 9 abr. 2012.

FIGUEIREDO, K. F.; FLEURY, P. F.; WANKE, P. **Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimentos: planejamento do fluxo dos produtos e dos recursos**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

FITZGERALD, A. E.; KINGSLEY, J. C.; UMANS, S.D. **Máquinas elétricas: com introdução à eletrônica de potência**. 6. ed. São Paulo: Bookman, 2006.

LEITE, P. R. **Logística reversa – meio ambiente e competitividade**. São Paulo: Pearson, 2006.

ONU. Organização das Nações Unidas. Nova Iorque, 2011. Disponível em: <http://hdr.undp.org/en/media/HDR_2010_PT_Tables_reprint.pdf>. Acesso em 2 abr. 2012.

RELATÓRIOS. Relatórios de Sustentabilidade da AES Brasil. AES Brasil. São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://aesbrasilsustentabilidade.com.br/relatoriossustentabilidade.htm>>. Acesso em 14 abr. 2012.

ROESCH, S. M. A. **Projetos de estágio e pesquisa em administração: guia para estágios, trabalhos de conclusão, dissertações e estudos de caso**. São Paulo: Atlas, 2007.

TRIVINOS, A. N. S. **Introdução a pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

YIN, R.K. **Estudo de Caso Planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2005.