



XIV Semana de Iniciação Científica

28 e 29 de setembro

CAIXA COLETORA DE FLUIDOS DECORRENTE DE EQUIPAMENTOS DE ENERGIA DESCARTADOS: UMA ALTERNATIVA DE DIMINIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

André Luis Lustosa Barros:

Maycon de Oliveira Silva:

Caio Rhavel da Silva Amorin:

Natanael Souza Mendes:

Pedro Victor Lopes Mendes e Moura:

RESUMO

Ao argumentar sobre a questão ambiental e sua universalidade associada a energia elétrica e sua realidade contemporânea, busca-se elucidar sua relação com a enorme quantidade de materiais descartados no planeta. A finalidade é promover mudanças efetivas e contínuas na busca da garantia da qualidade de vida a longo prazo: isso significa traçar um paralelo entre as ameaças sociopolíticas e econômicas no mundo. Neste estudo, busca-se tratar da responsabilidade dos indivíduos por suas ações que afetam o ambiente na necessidade e importância do uso da energia elétrica para o desenvolvimento humano e de suas nações, causando um fluxo de descarte e impactos não mensurados pela humanidade. Os equipamentos de subestações de energia e as concessionárias de energia elétrica, especificamente transformadores de potência, reatores e disjuntores são responsáveis por um grande volume de óleo. Sobre essa abordagem, foi desenvolvida uma caixa coletora para efetuar a separação da água com o óleo a fim de evitar que os potenciais agentes poluidores afetem o solo, mitigando, assim, os danos à saúde humana, à fauna, à flora e a outros que possam ser afetados. Com isso, aponta-se para a viabilidade de implantação frente aos desafios postos em decorrência dos impactos gerados.

Palavras-chave: Transformadores; Caixa Coletora; Óleo Isolante; Vazamento; e Meio Ambiente.



XIV Semana de Iniciação Científica

28 e 29 de setembro

1 INTRODUÇÃO

Primordialmente, a busca por alternativas que visam à redução das complexidades voltadas aos impactos ambientais, que são causados pela gestão inadequada de resíduos, estimulou a exploração por alternativas no setor elétrico. O sistema de isolamento dos equipamentos é composto por óleo mineral que, após sua vida útil, apresenta determinados problemas ao descarte de forma descontrolada. São apuradas suas características físico-químicas, complexidades ambientais em caso de derramamento no solo, bem como implicações de segurança para a proteção da saúde (SILVA et al., 2019).

O aumento no descarte está relacionado ao crescimento populacional, uma vez que, com a modernização acelerada, a eletricidade se tornou importante e necessária para o sucesso e avanço de uma sociedade. Desde o início da criação da energia, por volta do século XIX, através de exploração comercial na Europa e nos Estados Unidos, houve uma fraca divulgação acerca de sua importância, sabendo-se que é primordial para o crescimento econômico, político e social (ABRAHÃO; SOUZA, 2021).

O sistema de energia elétrica brasileiro se formou através de circuitos cabeados que se iniciaram em usinas e percorreram um processo de transmissão e distribuição, até chegar na unidade consumidora final. Uma das etapas mais importantes nesse processo ocorre através de transformadores de tensão, que são utilizados para reduzir altas tensões produzidas por grandes escalas em tensões menores, para uso de equipamentos em geral. Os transformadores de potência possuem um sistema interno de enrolamentos e um processo líquido, isolante e térmico (ROBBA et al., 2020).

O sistema de isolamento dos transformadores de tensão é composto por 95% de óleo mineral, com finalidade exclusiva de manter o isolamento elétrico entre as diversas partes dos equipamentos que são envolvidos por circuitos elétricos e magnéticos. Ademais, também realizam a transferência de calor em um processo de refrigeração das bobinas e núcleos. Esse óleo isolante mineral, por sua vez, é constituído por hidrocarbonetos e outros que, após sua ativação em equipamentos, são submetidos a um processo de envelhecimento, podendo, assim, devido a sua composição, serem descartados de forma incorreta, o que pode gerar impactos ambientais imensuráveis (ZANINI, 2016).



XIV Semana de Iniciação Científica

28 e 29 de setembro

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo apresentar a proposta de adoção da construção de um recipiente capaz de coletar despejos abaixo desses equipamentos, canalizando o escoamento do óleo de forma ecologicamente correta e sustentável.

2.1 Objetivo Específicos

- Fornecer uma solução ecologicamente correta,
- Proporcionar um projeto economicamente viável,
- Conceder um projeto com facilidades em aplicação e manutenção.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Transformadores

Os transformadores de tensão são usados para regular as tensões no decorrer de seu trajeto e, em alguns casos, são utilizados para elevar e em outras situações reduzir as tensões, garantindo a transmissão, distribuição, funcionalidade dos aparelhos eletrônicos e a manutenção da segurança operacional. Nas hidrelétricas, através do fluxo normal de rios e barragens, as turbinas são movimentadas gerando energia elétrica e, através desse processo, os transformadores de transmissão são usados na saída das usinas com a finalidade de elevar as tensões e reduzir o nível da corrente, tornando-se mais viável a transmissão do seu processo por longos trajetos. Essa transmissão ocorre através de cabos com altas tensões que variam entre 69kv a 700kv (tais valores alteram-se de estado para estado), (ROBBA et al., 2020).

Os transformadores de distribuição possuem vários componentes que rebaixam a média tensão: esse processo se inicia pela bucha primária, que recebe tensões medidas em 13.8kv ou 34.5kv, transformando-se, por sua vez através de processos físicos; o processo é finalizado na bucha secundária, em baixa tensão, recebendo-se a carga alimentada em 110v, 220v, 440v ou 380v, usualmente caracterizado entre consumidor monofásico, bifásico ou trifásico (DE OLIVERIA; COGO; ABREU, 2018).

Existem transformadores de variados tipos e finalidades (monofásico, bifásico e trifásico) cuja definição está associada aos circuitos locais implantados e disponíveis



XIV Semana de Iniciação Científica

28 e 29 de setembro

para o seu abastecimento. Esses equipamentos são compostos por circuitos isolados entre si e por sistemas de refrigeração através de óleo isolante mineral que, por sua vez, geram a transformação da tensão, dada por dois conjuntos de espirais que determinam a voltagem por quantidade de voltas. O princípio básico para o funcionamento está na criação de um campo eletromagnético com corrente elétrica variável no enrolamento primário e, logo após seu núcleo, inicia-se um fluxo magnético variável. Portanto, cria-se um campo magnético variável no enrolamento secundário que introduz uma força eletromotriz no mesmo enrolamento chegando assim à tensão desejada (SANTOS et al., 2021).

3.3 Óleo mineral isolante dos transformadores

O óleo mineral é um fluido hidrocarboneto (moléculas compostas por carbonos e hidrogênios) obtido através da destilação do petróleo, sendo utilizado para resfriar o núcleo de transformadores durante sua utilização e isolar circuitos magnéticos e elétricos (BATISTA, 2021). Outra característica dos óleos minerais que merece destaque é a temperatura de queima aos 160 °C.

Os óleos minerais são danosos ao meio ambiente, perigosos e difíceis de serem descartados, podendo oxidar em contato com a umidade, oxigênio e o cobre, produzindo hidroperóxidos e peróxidos, que dão origem a outros produtos, como cetonas, álcoois, aldeídos e outros. É necessário apenas um litro de óleo mineral para contaminar um milhão de litros de água (KIPPER; MENEGUETTI; RIBEIRO, 2022).

Com um maior tempo para se degradar e com uma grande facilidade para se disseminar, é mais suscetível de ocorrer a inalação e a ingestão de óleo mineral por seres humanos e, com isso, pode existir uma dificuldade na absorção de vitaminas lipossolúveis (D, E, K, A), gerando irritações na pele, nos olhos e prejudicando o trato respiratório. Os sintomas incluem tosse, dificuldade respiratória, diarreia, náusea e vômito (BATISTA, 2021).

3.4 Impactos ambientais causados pelo descarte

A partir da Revolução Industrial, que alterou todo o cenário mundial por consequência dos avanços tecnológicos, do aumento de produção e do consumo exagerado, foram intensificadas transformações entre a vida do homem e o meio ambiente. Porém, apenas com o processo de globalização a partir da década de



XIV Semana de Iniciação Científica

28 e 29 de setembro

1980 houve uma maior preocupação com o meio ambiente, observando-se a necessidade de realizar algo a respeito em prol da natureza e da manutenção da vida (SAPIENZA; PANDOLFI, 2019).

Além da demora para tratar do assunto, existem problemas que não foram destinados a atenção necessária, tais como os transformadores depositados em locais incorretos, os quais podem gerar falhas ou vazamentos. Os compostos de hidrocarbonetos originados a partir do óleo mineral, como cetonas, álcoois, aldeídos, podem migrar da superfície para os lençóis freáticos com a infiltração da água das chuvas, sendo bastante nocivos. Numericamente, o parâmetro do potencial de contaminação de um fluido é medido pelo seu nível de biodegradabilidade. Para o óleo mineral, este fator é muito baixo, sendo, de acordo com a norma OECD 301, de apenas 10%. Isso significa que somente uma pequena parte dele é auto-degradada e os custos para tratar seus efeitos são bastante elevados (FRIEDENBERG; SANTANA, 2014).

As agências reguladoras governamentais, a fim de amenizar os impactos ambientais causados pelo derramamento de óleos, aplicaram penalidades mais severas. Logo, desde 23 de junho de 2005, o CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) nº 362, estabeleceu que todo óleo lubrificante usado ou contaminado deverá ser recolhido, coletado e destinado a locais apropriados para não afetar negativamente o meio ambiente.

3.5 Caixa coletora

A norma 37/2017 do corpo de bombeiros do Estado de Roraima estabelece que os transformadores e reatores de potência devem ser postos sobre uma bacia de captação com um sistema drenagem (Figura 01), que é diretamente ligado à caixa de contenção, separadora de óleo mineral isolante e de água. Do mesmo modo, o fluido drenado deve ser enviado para um sistema coletor que seja específico, direcionando os efluentes para a separação de água e óleo isolante, que devem conter e permitir a drenagem da água. Deve-se apresentar resistência à corrosão pela água e óleo isolante, possuir proteção que permitam a inspeção interna e apontar a capacidade correspondente ao volume do óleo vertido do equipamento.

Posteriormente, o separador deve ser pensado em uma área específica, separando-se de outras instalações. No que se refere à utilização do óleo vegetal

Tema: Profissionais de um novo mundo: trabalhando a diversidade e a inclusão.



XIV Semana de Iniciação Científica

28 e 29 de setembro

isolante, os transformadores de potência podem evacuar o uso da bacia de captação com um sistema de drenagem, que é ligado a caixa separadora (Figura 02), visto que existem equipamentos que se utilizam de óleo vegetal, sendo biodegradável. Ademais, os transformadores podem dispersar o uso da caixa de contenção e utilizar um sistema com mantas de óleo, pois, dependendo do tipo de transformador ou gerador, existe a possibilidade de fazer o uso de outras tecnologias do mercado (NORMA 37/2017).

4 METODOLOGIA (OU DESCRIÇÃO DA EXPERIÊNCIA)

A metodologia aplicada no presente trabalho teve como propósito a construção de uma caixa com dimensões de 10x10 metros, capaz de armazenar 160 transformadores descartados por ineficiência de funcionamento, como também a coleta do óleo oriundo de seu tanque que podem ficar danificados, causando assim o derramamento natural do fluido.

Introduzida no norte do estado do Piauí, na cidade de Parnaíba, com projeto executado em uma empresa prestadora de serviços para companhia energética do Piauí, a primeira etapa foi a criação de um espaço plano, capaz de armazenar equipamentos de potência elétrica dos variados tipos e tamanhos, com canaletas em seu contorno com intenção de guiar o fluido isolante, como também controlar a água devido às intempéries. A segunda etapa se caracteriza por um tanque capaz de armazenar 800 litros de líquido, cujo objetivo está na coleta e na separação de água e óleo por um processo físico. Essa água, quando atinge a sua capacidade máxima filtrada, direciona-se ao esgoto pluvial e o fluido separado é armazenado em tambores para o processo reverso de responsabilidade do fabricante a fim de definir os devidos tratamentos especiais para o líquido.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos na primeira etapa, que consistiu na construção de uma caixa nas medidas de 100 m² capaz de armazenar os transformadores descartados de campo, tem capacidade de conter 160 transformadores dos tipos apresentados. A depender do tipo/classe do equipamento, podem variar para mais a quantidade de armazenamento, além de possuírem um sistema de canalização ao entorno da bacia com finalidade de guiar o fluido escoado (Figura 01).

XIV Semana de Iniciação Científica

28 e 29 de setembro

Nesse sentido, a caixa demonstra eficiência no armazenamento da quantidade correspondente ao tempo do processo reverso, que se resume na coleta desses equipamentos pela empresa responsável pelo transporte das concessionárias de energia ao fabricante.

Figura 01 – Caixa de armazenamento dos transformadores



Fonte: Autoria Própria (2023).

Observou-se que a coleta é realizada quando se atinge a capacidade máxima do caixa de contenção. É imperioso ressaltar que a quantidade de transformadores descartados varia com as estações do ano, pois no Norte do estado do Piauí, local de pesquisa, nos períodos entre dezembro até meados de junho, a manutenção corretiva onde se ocorre o descarte dos equipamentos são mais frequentes.

A etapa 2 depende do sistema de canalização construído por perfis metálicos impermeabilizados no contorno da etapa 1 (Figuras 02 e 03), cuja finalidade de projeto se confirmou com a construção, guiando o fluido misturado entre água e óleo até a caixa coletora e separadora de tais substâncias líquidas.

Figura 02 – Guia dos fluidos



Figura 03 – Perfil Metálicos



Fonte: Autoria própria (2023).

XIV Semana de Iniciação Científica

28 e 29 de setembro

A etapa 02 apresenta-se com um reservatório capaz de armazenar aproximadamente 800 litros que receberá o escoamento de qualquer fluido da etapa 01 (Figura 04). No entanto, não foi executado construtivamente como projetado, mas se manteve a intenção inicial do projeto. Na execução, optou-se pela efetivação de uma caixa industrial de separação, a mesma é a primeira e mais importante fase do processo, cuja sua finalidade é receber e reter o óleo que, devido a sua densidade, não ultrapassa a peneira, como também deixa escoar a água para a segunda fase. Assim, por ser menos densa, consegue seguir pela peneira até o reservatório (Figura 05). A caixa descrita apresentou melhor eficiência que a projetada, pois não dependerá de processo físico para que haja a separação.

Figura 04 – Reservatório dos fluidos



Figura 05 – Caixa industrial



Fonte: Autoria própria (2023).

Após o processo de separação e retenção do óleo, restando só água no reservatório abaixo da caixa industrial, o processo seguinte se resume em um 1 cano de 100 mm instalado com a entrada a 20 cm do fundo do reservatório e um joelho de 90° da mesma polegada instalado a 10 cm do nível do solo, garantindo que o fluido, por meio do processo físico de decantação, atinja o nível do joelho mais purificada e, com isso, quando atingido o nível máximo do reservatório, escoe por tubos até o esgoto pluvial do município. O processo se encerra com a retirada do óleo da caixa industrial quando se atinge o limite, e depositado em um recipiente metálico de 200L apropriado para remoção juntamente com os equipamentos para o fabricante.

5 CONCLUSÕES

Diante disso, corroborando com Carvalho et al. (2019), a caixa coletora de óleo obteve resultados satisfatórios, reduzindo o impacto ambiental de um sistema



XIV Semana de Iniciação Científica

28 e 29 de setembro

indissociável (ambiental e humano) causado pela inadequada gestão de resíduos elétricos, conciliando a necessidade humana sem degradar as fontes de recursos ambientais.

Foi observado também a necessidade de análise do fluido descartado no esgoto sanitário, devido a algumas partículas solúveis ao líquido (água) que podem estar em conjunto com o material podendo comprometer o meio ambiente.

Através dos resultados positivos observados e dos objetivos alcançados pela pesquisa e projeto realizado na cidade de Parnaíba, Piauí, a empresa prestadora de serviços para Companhia Energética do Piauí iniciará a construção de mais 2 (dois) sistemas nas cidades de Piri-piri e Esperantina, onde se espera que ainda sejam expandidas para todas as cidades do Piauí, reafirmando assim a viabilidade técnica, econômica e ambiental do sistema.

REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, Karla; SOUZA, Roberta. “Estimativa da evolução do uso final de energia elétrica no setor residencial do Brasil por região geográfica”. Revista Ambiente Construído, Porto Alegre, vol. 21, nº 2, jun. 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ac/a/MC5DNWHS46jH6hCKKtCzFCc/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 15 abr. 2023

BATISTA, Marcos. “Análise de Ciclo de Vida (ACV) de óleos refrigerantes para transformadores: comparação entre óleo mineral e óleo vegetal”. Universidade Federal de Itajubá, jul. 2021. Disponível em: https://repositorio.unifei.edu.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/2482/Disserta%3%a7%3%a3o_2021151.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 12 abr. 2023.

CARVALHO et al. “Resíduos sólidos no Brasil: uma conexão com a relação homem/natureza, sustentabilidade e educação ambiental”. Revista Educação Ambiental em Ação, jun. 2019. Disponível em: <https://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=3731>. Acesso em: 12 abr. 2023.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DE RORAIMA. Instrução Técnicas 37/17 – Subestação Elétrica. Roraima, 2017.

DE OLIVEIRA, José Carlos; COGO, João Roberto; DE ABREU, José Policarpo G. Transformadores: teoria e ensaios. São Paulo: Blucher, 2018.

FRIENDENBERG, Luiz; SANTANA, Ruth. “Propriedades de óleos isolantes de transformadores e a proteção do meio ambiente”. IX Simpósio Internacional de



XIV Semana de Iniciação Científica

28 e 29 de setembro

Qualidade Ambiental, Porto Alegre, maio 2014. Disponível em: <http://www.abes-rs.org.br/qualidade2014/trabalhos/id868.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2023.

KIPPER, Aylla; MENEGUETTI, Lais; RIBEIRO, Flávio. “Logística reversa de óleos lubrificantes usados e contaminados: contribuições à economia circular com base em um estudo de caso”. XXIV ENGEMA, nov. 2022. Disponível em: [https://engemausp.submissao.com.br/24/anais/arquivos/398.pdf?v=1686070943#:~:t=Segundo%20o%20Minist%C3%A9rio%20do%20Meio,queimados%20\(AMBIOLUC%2C%202022\)](https://engemausp.submissao.com.br/24/anais/arquivos/398.pdf?v=1686070943#:~:t=Segundo%20o%20Minist%C3%A9rio%20do%20Meio,queimados%20(AMBIOLUC%2C%202022)). Acesso em: 12 abr. 2023.

ROBBA, Ernesto et al. Análise de sistemas de transmissão de energia elétrica. São Paulo: Blucher, 2020.

SANTOS, José et al. “Fundamentos do Transformador de Distribuição”. Faculdade UNA, Catalão, dez. 2021. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/26050/1/FUNDAMENTO%20DOS%20TRANSFORMADORES%20DE%20DISTRIBUI%C3%87%C3%83O.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2023.

SAPIENZA, Rodrigo; PANDOLFI, Marcos. “Responsabilidade social e sustentabilidade como estratégias das empresas”. Revista Interface Tecnológica, Taquaritinga, vol. 16, nº 1, jun. 2019. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/608/365>. Acesso em: 12 abr. 2023.

SILVA, Katiane et al. “Educação Ambiental e sustentabilidade: uma preocupação necessária e contínua na escola”. Revista Brasileira de Educação Ambiental, São Paulo, vol. 14, nº 1, mar. 2019. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/2670>. Acesso em: 12 abr. 2023.

ZANINI, Braian. “Análise comparativa entre o uso de transformadores a seco e a óleo em subestação de média tensão”. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2016. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/157839>. Acesso em: 17 abr. 2023

Graduando em Engenharia Civil – Christus Faculdade do Piauí.

Tema: Profissionais de um novo mundo: trabalhando a diversidade e a inclusão.