

A contribuição dos transformadores de distribuição para a eficiência energética no Brasil

Dossiê sobre a evolução regulatória e normativa dos níveis de eficiência dos transformadores de distribuição no Brasil



Cu Copper Alliance

Novembro 2018

Ficha técnica

Texto original elaborado por:

Alberto José Fossa

Alexandre de Barros Gallo

Felipe Sgarbi

Sumário

FICHA TÉCNICA	2
SUMÁRIO EXECUTIVO	4
1 OBJETIVOS	7
2 INTRODUÇÃO	8
2.1 ASPECTOS GERAIS.....	8
2.2 CONTEXTO BRASILEIRO.....	9
3 A PROMOÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM TRANSFORMADORES DE DISTRIBUIÇÃO NO BRASIL	11
3.1 REGULAMENTAÇÃO.....	11
3.1.1 <i>A estrutura dos programas de etiquetagem no Brasil</i>	11
3.1.2 <i>Histórico do programa de etiquetagem de transformadores de distribuição</i> . 14	
3.1.3 <i>Implantação do programa de etiquetagem de transformadores de distribuição</i>	16
3.1.4 <i>Eventos recentes relacionados ao processo de etiquetagem compulsória</i>	18
3.2 NORMALIZAÇÃO	21
3.2.1 <i>Histórico da Comissão de Estudos de Transformadores de Distribuição</i>	21
3.2.2 <i>Resumo do processo de revisão da ABNT NBR 5440:2011 – Transformadores para redes aéreas de distribuição – Requisitos</i>	22
3.2.3 <i>Atividades recentes da CE 003:014.14 - Transformadores de Distribuição</i>	23
4 PROPOSTAS DE ENCAMINHAMENTO	23
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26
ANEXO 1	30

Sumário Executivo

- Este documento tem por objetivo apresentar um histórico da atuação do ICA/Procobre na promoção de eficiência energética de transformadores de distribuição no Brasil. Pretende-se, com isso, ilustrar os benefícios atingidos com as ações adotadas e defender a ampliação destas para outros tipos de transformadores.
- As ações descritas ao longo do documento dividem-se em duas abordagens: regulamentação e normalização.
- A literatura aponta que uma melhoria média de 1% na eficiência dos transformadores de distribuição resultaria na economia de 277 GWh/ano no Brasil, o que equivale a R\$ 57 milhões/ano.
- Do ponto de vista das ações de regulamentação, o ICA/Procobre atuou, inicialmente, com foco na promoção da etiquetagem, voluntária, do nível de eficiência de transformadores. Esta atuação se deu no âmbito do Grupo de Trabalho de Transformadores de Distribuição, entre 2007 e 2009, liderado pela CNI e pelo Cepel.
- Em um segundo período, que tem início em 2010 e perdura até hoje, o ICA/Procobre passou a atuar no Comitê Técnico de Transformadores (CT Transformadores), organizados pelo Inmetro e Cepel.
- Em 2010, o CT transformadores publicou a Portaria N. 378, que oficializou o programa de etiquetagem de Transformadores de Distribuição no Brasil. De adesão voluntária até 2013, o programa assumiu caráter compulsório a partir de janeiro de 2014 após a publicação da Portaria Interministerial MME/MCTI/MDIC N. 104/2013.
- No entanto, o “Programa de Metas”, que prevê a revisão dos níveis de perdas máximos a cada quatro anos ainda não entrou em vigência, apesar de se tratar de um dispositivo da Portaria Interministerial MME/MCTI/MDIC N. 104/2013.
- Em 2017 o “Programa de Metas” foi revisado e colocado em consulta pública por meio da Portaria MME N. 398/GM de outubro de 2017. Nesta proposta prevê-se

que o nível de perdas máximo de distribuidores fabricados no Brasil e importados evoluirá de acordo com o seguinte cronograma:

- Nível E para o nível D, a partir de 01 de janeiro de 2019;
 - Nível D para o nível C a partir de 01 de janeiro de 2022.
-
- Do ponto de vista das ações de normalização, o ICA/Procobre liderou, ao longo de 2010 e 2011, o processo de revisão da norma técnica de transformadores de distribuição no Brasil, a ABNT NBR 5440:2011 – *Transformadores para redes aéreas de distribuição – Requisitos*. Este processo culminou na inserção, na norma, de uma estrutura de classificação da eficiência energética de transformadores.
 - Atualmente, o ICA/Procobre participa da Comissão de Estudos (CE) 003:014.14 - *Transformadores de distribuição para postes, plataformas, uso subterrâneo e industrial até classe de tensão 36,2 KV de fabricação com líquido isolante ou à seco*. O principal trabalho realizado foi a revisão da norma para transformadores a seco - ABNT NBR 5356-11 - *Transformadores de potência – Parte 11: Transformadores do tipo seco – Especificação*, publicada em maio de 2016 (com versão corrigida em setembro de 2016). Dentre as principais revisões implementadas, destaca-se a inclusão de uma tabela de eficiência desses equipamentos.
 - No âmbito da mesma CE 003:014.14, outros documentos foram revisados, como a norma para os transformadores industriais (ABNT NBR 12454 - *Transformadores de potência de tensões máximas até 36,2kV e potência de 225 kVA até 3750 kVA – Padronização*) e para recebimento instalação e manutenção (ABNT NBR 7036 – *Recebimento, instalação e manutenção de transformadores de potência para distribuição, imersos em líquidos isolantes* e ABNT NBR 13297 – *Recebimento, instalação e manutenção de transformadores de potência secos – Procedimento*).
 - Finalmente, o ICA/Procobre coordena, atualmente, um grupo de trabalho (GT) na CE 003:014.01 - *Aplicação de cargas em transformadores de potência*. O objetivo deste GT é desenvolver a norma ABNT NBR 5356-20, versão brasileira da IEC 60076-20, focada na eficiência energética de transformadores de potência.
 - O conjunto de sugestões de encaminhamento propostas no presente documento incluem:

- Ampliação do programa de etiquetagem de transformadores de distribuição, com os devidos Estudos de Impacto Regulatório (EIR), de forma que tecnologias concorrentes passem a ser submetidas ao mesmo tipo de regulação sobre eficiência energética.
- Apoio ao desenvolvimento da ABNT NBR 5356-20, que pode contribuir diretamente para a maior conscientização dos agentes de mercado sobre a relevância da eficiência energética de transformadores e, indiretamente, para aumentar a abrangência do programa de etiquetagem de transformadores de distribuição, que ainda não abrange toda a gama de transformadores de potência utilizados no Brasil.

1 Objetivos

Este documento tem por objetivo apresentar um histórico da atuação do ICA/Procobre promovendo a eficiência energética de transformadores de distribuição no Brasil a partir de ações na área da regulamentação e normalização destes equipamentos.

Dentre as estratégias de fomento adotadas, entende-se que o desenvolvimento de programas de etiquetagem de níveis de eficiência de transformadores (típica medida de regulamentação) possa contribuir de forma significativa para a eficiência energética no Brasil. Neste contexto, as ações classificadas como de normalização constituem esforços de base (ou suporte) que contribuem para a evolução da regulamentação dos transformadores.

Pretende-se, com a apresentação das informações contidas neste documento, sustentar propostas aplicáveis a outros tipos de transformadores (além daqueles de distribuição), promovendo, assim, a melhoria dos níveis de eficiência atualmente praticados no país.

O documento possui a seguinte estrutura:

- Seção 1 – Apresentação dos objetivos;
- Seção 2 – Introdução, onde se contextualiza a importância da eficiência energética dos transformadores de distribuição em âmbito mundial e, particularmente, no cenário brasileiro;
- Seção 3 – Relato histórico das ações de fomento à eficiência energética em transformadores de distribuição promovidas pelo ICA/Procobre a partir das vertentes de regulamentação e normalização.
- Seção 4 – Propostas de encaminhamento.

2 Introdução

Neste capítulo é apresentada uma contextualização da importância da eficiência energética dos transformadores em âmbito mundial e, particularmente, no cenário brasileiro.

2.1 Aspectos gerais

No ano de 2005, as perdas de energia nas redes de transmissão e distribuição de eletricidade representaram uma perda econômica global superior a US\$ 60 bilhões. Em termos de emissões de gases de efeito estufa, estas perdas equivalem a mais de 700 milhões de toneladas de CO₂ (Scholand et al., 2013). Das perdas técnicas observadas em rede elétricas, 33% ocorrem em transformadores. Desta parcela, 70% ocorrem em transformadores de distribuição (Scholand et al., 2013).

Em virtude da importância das perdas em transformadores de distribuição, diversos países desenvolveram mecanismos para promover a eficiência destes equipamentos (*e.g.* Austrália, Brasil, Canadá, China, Coreia do Sul, Estados Unidos, Índia, Israel, Japão, Nova Zelândia, União Europeia e Vietnã). Na Figura 1 é apresentado o nível de eficiência prescrito em programas de eficiência energética de transformadores de distribuição em muitos destes países.

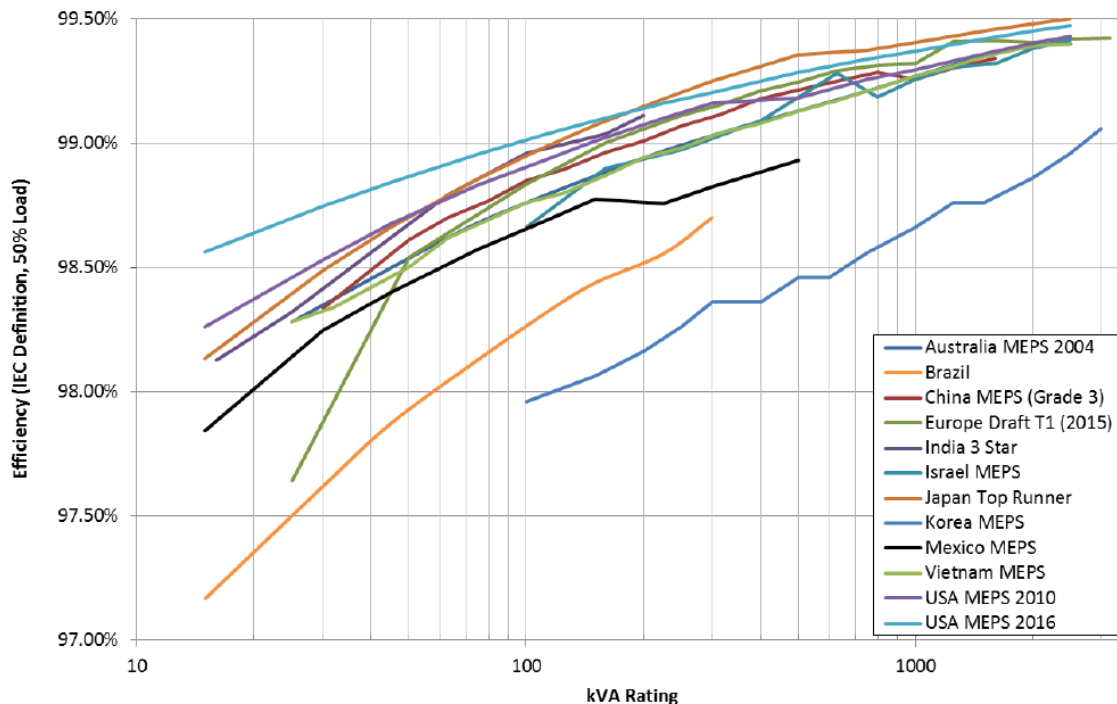


Figura 1 – Eficiência a 50% de carga para transformadores trifásicos imersos em óleo isolante

Observa-se que a eficiência dos transformadores utilizados no Brasil, representada pela linha laranja, era comparativamente baixa em 2010, data a qual os dados transformadores brasileiros se referem.

2.2 Contexto brasileiro

Até 2% da energia total gerada no Brasil é perdida em transformadores de distribuição (Sanguedo, Oliveira e Medeiros 2007). Considerando que, em 2007, o consumo de eletricidade no Brasil foi de 411,7 TWh (EPE, 2008), os transformadores de distribuição foram responsáveis pela perda de 8,2 TWh. Esse montante, em termos de potência média, equivale a 940 MWmed (superior, portanto, a uma unidade geradora da usina hidrelétrica de Itaipu, que possui cerca de 700 MW). Ainda segundo os autores citados, uma melhoria média de 1% na eficiência dos transformadores de distribuição resultaria em uma economia anual de R\$ 57 milhões, equivalente à redução do consumo de 277 GWh.

Com o objetivo de reduzir as perdas dos transformadores de distribuição, atores governamentais, como o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro), o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel) e o Ministério

de Minas e Energia (MME), aliados a fabricantes, a Confederação Nacional da Indústria (CNI) e a *International Copper Association* (ICA/Procobre), se organizaram, a partir de 2007, para promover diferentes linhas de ação.

No âmbito da regulamentação, o foco foi dirigido à estruturação de um mecanismo de avaliação de conformidade, que seria utilizado para estabelecer e controlar níveis mínimos de eficiência energética de transformadores de distribuição. Especial atenção foi dada ao Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), no âmbito do qual os requisitos aplicáveis aos transformadores de distribuição poderiam ser tratados.

No âmbito da normalização, foi realizada a revisão de diferentes normas técnicas aplicáveis a transformadores de distribuição no Brasil, o que permitiu que a eficiência energética fosse inserida no arcabouço técnico-normativo destes equipamentos.

3 A promoção da eficiência energética em transformadores de distribuição no Brasil

Nesta Seção, é apresentada a evolução das ações desenvolvidas com o objetivo de promoção de eficiência energética em transformadores de distribuição imersos em líquidos isolantes¹ no Brasil entre 2007 e 2017. Duas abordagens são descritas: a de regulamentação, desenvolvida com atuação governamental destacada e o processo de normalização. Ambas as linhas de ação contaram com o apoio (e, em alguns casos, liderança) do ICA/Procobre.

3.1 Regulamentação

As ações de natureza de regulamentação se concentraram na inserção dos transformadores de distribuição no PBE. A partir disto, estes equipamentos passaram a ser avaliados quando a sua eficiência energética, conforme descrito a seguir.

3.1.1 A estrutura dos programas de etiquetagem no Brasil

A partir de 2001, com a publicação da Lei de Eficiência Energética², deu-se início ao desenvolvimento dos programas de eficiência energética de diversos equipamentos, priorizados conforme a necessidade do mercado e as intenções governamentais. Esta lei possibilitou o estabelecimento e criação de programas de eficiência mínima e o controle do mercado por meio do mecanismo de etiquetagem, desenvolvido no âmbito do PBE e que continha, entre outras informações, dados de eficiência energética.

A formalização da etiquetagem de eficiência de um determinado equipamento é realizada através de um processo específico, coordenado por agentes governamentais. Seu início, contudo, está associado, normalmente, a uma solicitação do próprio mercado. Trata-se, portanto, de uma iniciativa de carácter auto regulatório liderada por fabricantes, importadores e consumidores de um determinado produto.

¹ Denominados, a partir deste ponto, apenas como “Transformadores de distribuição”,

² Lei nº 10.295 de 17/10/2001.

O processo é iniciado por meio de um programa voluntário, em que os fabricantes dos equipamentos se unem para avaliar os seus produtos, expondo ao mercado as características de eficiência dos itens produzidos. Para o desenvolvimento deste processo é necessário que se estabeleça, em um primeiro momento, um “Grupo de Negociação”, que, após analisar as características dos fabricantes de cada equipamento, determina os requisitos mínimos que deverão ser atendidos e os métodos de ensaio a que tais equipamentos devem estar submetidos, caracterizando o processo de etiquetagem voluntário. O amadurecimento deste grupo leva à formação dos “Grupos de Trabalho” (GT).

Após a consolidação do mecanismo de etiquetagem voluntária, se constitui um “Comitê Técnico” (CT) para analisar o processo de etiquetagem, dando início a uma discussão sobre o estabelecimento da compulsoriedade do programa, se e quando aplicável. Para que o CT seja montado, é necessário, normalmente, que o processo de etiquetagem voluntária esteja em funcionamento por pelo menos dois anos, o que permite uma análise adequada da aplicabilidade e funcionamento do processo. Com base em um parecer favorável do CT, inicia-se a etiquetagem compulsória dos equipamentos.

Além dos atores que se organizam para estabelecer o programa de etiquetagem (fabricantes, importadores e consumidores finais, conforme apontado anteriormente), este processo é realizado com a participação de organizações governamentais, dentre as quais o Comitê Gestor de Índices de Eficiência Energética (CGIEE), ligado ao MME, é agente fundamental (Box 1).

Box 1 – O Comitê Gestor de Índices de Eficiência Energética (CGIEE)

O CGIEE foi criado através do Decreto nº 4.059 de 19 de dezembro de 2001, com o intuito de estabelecer indicadores e níveis de eficiência energética para diferentes equipamentos. Institucionalmente, o CGIEE é coordenado pelo MME. Além do MME, o CGIEE é composto pelo Ministério de Ciência e Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), Agência Nacional do Petróleo (ANP), um cidadão e um representante da universidade.

São atribuições do CGIEE:

- Elaborar plano de trabalho para a implantação progressiva da Lei;
- Elaborar regulamentação específica para cada tipo de equipamento;
- Elaborar Programa de Metas contendo a evolução dos níveis de eficiência energética para cada equipamento;
- Constituir Comitês Técnicos;
- Deliberar sobre as proposições do Grupo Técnico para efficientização de energia em Edificações;
- Acompanhar e avaliar o processo de regulamentação da eficiência energética dos diferentes equipamentos abrangidos.

Em resumo, o projeto de etiquetagem de eficiência energética é composto por duas etapas, conforme apresentado abaixo:

- 1ª Etapa: Iniciativa do mercado para elaboração de proposta de programa de etiquetagem voluntária no âmbito do PBE;
- 2ª Etapa: Validação do processo pelo CGIEE, criação dos Comitês Técnicos, elaboração das propostas técnicas, negociação com fabricantes e consulta e audiência pública.

A Figura 2 apresenta a estrutura tipicamente empregada no desenvolvimento dos programas de etiquetagem no Brasil.

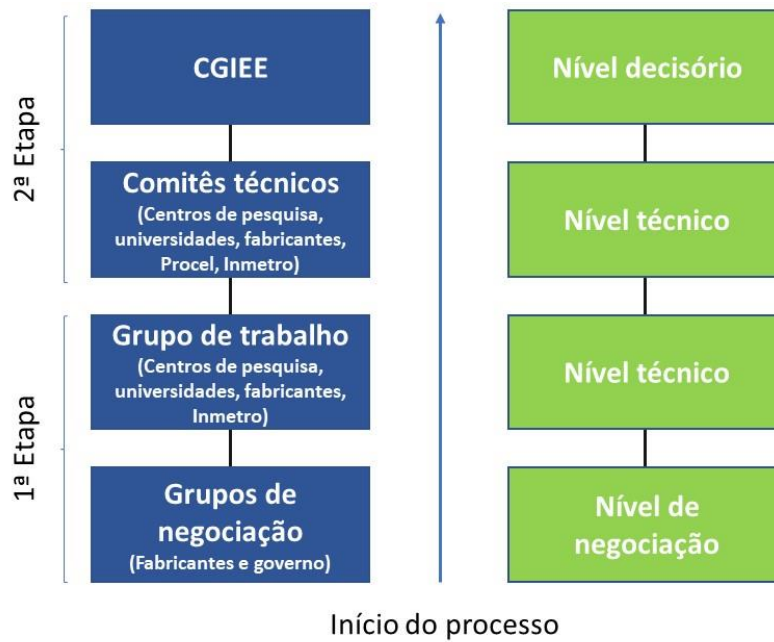


Figura 2 – Estrutura para desenvolvimento de programas de etiquetagem

No Anexo 1, são descritas as etapas do processo burocrático de etiquetagem de transformadores de distribuição.

3.1.2 Histórico do programa de etiquetagem de transformadores de distribuição

3.1.2.1 2007 a 2009 - O Grupo de Trabalho de Transformadores de Distribuição

O processo de etiquetagem de transformadores teve como origem o Protocolo de Cooperação Técnica-Financeira celebrado entre a Eletrobras, CNI e Instituto Euvaldo Lodi (IEL). Esta iniciativa criou o “Grupo de Trabalho de Transformadores de Distribuição” (GT Transformadores) com o objetivo de promover o desenvolvimento técnico e a eficiência energética na indústria brasileira. O protocolo possuía treze linhas de atuação, dentre as quais se destacam: “Eficiência, qualidade e qualificação de equipamentos e fornecedores para geração, transmissão e distribuição” e “Eficiência energética de equipamentos e aparelhos de uso de energia”.

Fundamentado nas duas linhas de atuação destacadas, foi assinado, entre a Eletrobras e a CNI, o projeto “Promoção da Qualidade e Eficiência Energética de Transformadores de Distribuição – Projeto Transformadores”, que contemplou os seguintes estudos:

- Pesquisa Eletrobras / Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (Cepel), nos meses de abril e maio de 2006, sobre a situação do parque de transformadores de distribuição instalados no sistema de distribuição das concessionárias nacionais.
- Pesquisa ECOLUZ, sobre o perfil da produção nacional de transformadores de distribuição, a qual foi realizada mediante o envio de questionários de natureza quantitativa e qualitativa às 32 indústrias mais representativas do universo de fabricantes do país.
- Pesquisa MCPAR: verificar as condições dos transformadores de distribuição fabricados no país para melhor desenvolvimento tecnológico; proporcionar oportunidade de atualização dos equipamentos dentro de critérios já difundidos de qualidade e eficiência energética; e criação do selo de qualidade que estimule investimentos na modernização do parque industrial e represente diferencial mercadológico.

Os trabalhos do GT Transformadores foram encerrados após 13 reuniões, sendo que o grupo manteve suas atividades através do CT Transformadores de Distribuição do Inmetro, discutido no próximo item, e da Comissão de Estudos de Transformadores de Distribuição (CE 003:014.14) no âmbito do Comitê Brasileiro de Eletricidade (CB03) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), abordado no Item 3.2.

3.1.2.2 2010 até o presente - O Comitê Técnico de Transformadores de Distribuição

No início de 2010, o Inmetro foi envolvido no processo regulatório de transformadores de distribuição com o objetivo de formalizar o programa de etiquetagem destes equipamentos. Para isto, foi criado um CT, coordenado pela instituição, com o objetivo de dar sequência aos trabalhos do GT e definir o arcabouço regulatório aplicável ao programa. Também foi objetivo do CT preparar a entrada em vigor deste mecanismo de controle formal do nível de eficiência de transformadores de distribuição.

O trabalho deste CT resultou na publicação da Portaria N. 378 em setembro de 2010 que, ao definir as faixas de eficiência energética (ou de perdas) de acordo com a qual os transformadores seriam classificados, oficializou o programa de etiquetagem de transformadores de distribuição no Brasil.

3.1.3 Implantação do programa de etiquetagem de transformadores de distribuição

Os prazos acordados durante o ano de 2011 para o início da etiquetagem voluntária (de acordo com a Portaria N. 378) não foram cumpridos pelos fabricantes. A principal alegação foi a de que a norma técnica que apresentava as faixas de classificação da eficiência energética de transformadores (ABNT NBR 5440) que só passaria a ser utilizada a partir do início de 2012 e que, antes disso, nenhuma solicitação de fabricação referenciava os níveis de perdas previstos no novo documento normativo.

Com base nesta situação foi acordado entre o governo e os fabricantes um calendário oficial para o processo de da etiquetagem (voluntária e compulsória) de transformadores de distribuição. Nos itens a seguir, informações sobre o assunto são apresentadas.

3.1.3.1 Processo de etiquetagem voluntária (Regulamentação vigente até dez/2013)

Diante do impasse descrito anteriormente, uma nova sequência de prazos e ações relacionadas à etiquetagem voluntária foi estabelecida no início de 2012 conforme apresentado a seguir:

- Declaração, por parte dos fabricantes, de modelos de famílias de transformadores: 01 de setembro de 2012;
- Análise dos processos por parte do Cepel e liberação de etiquetagem: 01 de outubro de 2012;
- Divulgação de Tabela de Eficiência energética de transformadores de distribuição: 01 de novembro de 2012;
- Geração da amostragem para Acompanhamento da Produção: 01 de novembro de 2012;
- Reunião para divulgação de Acompanhamento da Produção (fabricantes participantes do processo): meados de novembro de 2012;
- Encaminhamento de amostras de transformadores aos laboratórios acreditados para avaliação do nível de eficiência energética: 1º semestre 2013

Este programa foi cumprido apenas parcialmente pois, com estabelecimento da compulsoriedade da etiquetagem de transformadores a partir de 2014 (por meio da Portaria Interministerial (PI) MME/MCTI/MDIC N. 104/2013, detalhada no próximo item), o

período de etiquetagem voluntária foi “comprimido” significativamente e foco dos fabricantes passou a ser a preparação para a fase compulsória do programa.

3.1.3.2 Processo de etiquetagem compulsória (Regulamentação vigente desde Jan/2014)

Em função dos acordos firmados no âmbito do CGIEE, da perspectiva de atendimento a metas estabelecidas no Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf), bem como da nova regulamentação que passou a reger as funções e atividades do Inmetro, ficou estabelecida a necessidade de se avançar no processo de etiquetagem compulsória dos transformadores de distribuição.

As atividades e prazos estabelecidos pelo Inmetro para a compulsoriedade do programa de etiquetagem de transformadores foram apresentadas ao mercado, conforme descrito a seguir:

- Elaboração do Regulamento de Avaliação da Conformidade (RAC) e Regulamento Técnico de Qualidade (RTQ): julho/2012;
- Elaboração de portaria do Inmetro que estabelece o programa de etiquetagem compulsório: julho/2012;
- Processo de consulta pública dos documentos e da portaria: setembro/2012;
- Publicação da portaria que estabelece o programa de etiquetagem compulsório: outubro/2012;
- Prazo limite para fabricação/importação de transformadores não etiquetados: janeiro/2014;
- Prazo limite para comercialização, por fabricantes e importadores, de transformador fabricados/importados não etiquetados: julho/2014;
- Prazo limite para comercialização, por atacadistas e varejistas, de transformadores de distribuição no país: dezembro/2014.

Embora originalmente estabelecido no planejamento de datas do Inmetro, a portaria que tornaria compulsório o programa não foi publicada no ano de 2012. Apenas em março de

2013 a portaria com tal conteúdo foi publicada (PI MME/MCTIC/MDIC N. 104)³. Apesar do atraso, esta portaria manteve o cronograma de adoção da etiquetagem compulsória, que passaria a valer a partir de 2014. A portaria abrangeu tanto os transformadores novos como os reconicionados.

Além de estabelecer os prazos para início do programa de etiquetagem compulsória, a PI N. 104/2013 estabelecia o Programa de Metas, mecanismo de revisão periódica e programada dos níveis de eficiência energética (ou de perdas em vazio) aceitáveis. A primeira revisão ocorreria dois anos após a sua publicação, e novas revisões seriam feitas a cada quatro anos). Até o momento, contudo, nenhuma revisão foi implementada e os níveis de perda praticados são aqueles originalmente estabelecidos na PI N. 104/2013.

Em virtude da elevada demanda por análises laboratoriais de eficiência energética de transformadores que seria criada a partir da vigência da obrigatoriedade da etiquetagem, e com o intuito de evitar o risco de desabastecimento do mercado deste equipamento, foi publicada, em 2016, a Portaria Inmetro N. 510. Uma série de aspectos da Portaria INMETRO N. 378/2010, em especial aqueles referentes à definição do mecanismo de avaliação de conformidade, agora chamado “Declaração do Fornecedor com foco em desempenho evidenciado pela etiqueta ENCE”, e aos laboratórios de terceira parte que realizam a avaliação dos níveis de eficiência, foram especificados na Portaria Inmetro N. 501. De modo geral, ela atribuiu maior flexibilidade ao processo de análise do nível de perda dos transformadores que, em função da limitada disponibilidade de laboratórios acreditados para tal fim, poderia vir a constituir um fator limitante da oferta de transformadores de distribuição.

3.1.4 Eventos recentes relacionados ao processo de etiquetagem compulsória

- Abrangência do programa de etiquetagem

Em maio de 2017, uma comissão composta por fabricantes e reconicionados de transformadores se reuniu para avaliar o programa de etiquetagem de seus equipamentos. Discutiu-se que a restrição da aplicação do PBE apenas aos transformadores imersos em líquido isolante (ou seja, a exclusão dos transformadores do tipo seco) é inadequada tendo

³ Embora houvesse a expectativa de que a portaria que tornaria compulsório o programa de etiquetagem de transformadores de distribuição fosse publicada pelo Inmetro, a sua versão final foi publicada, em conjunto, por três ministérios: MME, MCTIC e MDIC.

em vista que, em determinadas faixas de potência, as duas tecnologias concorrem entre si, mas apenas uma estaria sujeita a controles de níveis de perdas máximas. Até o momento, no entanto, apenas os transformadores imersos em líquido isolante são abrangidos pelo PBE.

- Adequação dos transformadores aos níveis de eficiência energética discutidos

A comissão mencionada no item anterior também apresentou resultados de ensaios/ACP (acompanhamento da produção) em comparação com a realidade observada em outros países e com as faixas de níveis de perdas estabelecidos na portaria vigente. Essa comparação foi importante para ilustrar em que ponto os transformadores enviados para avaliação estavam em relação aos níveis de perda (em especial o “E” e o “D”, primeiros níveis de eficiência tratados do Programa de Metas). Os gráficos para transformadores monofásicos e trifásicos de 15 kV são apresentados nas Figuras 3 e 4.

É interessante notar que, no caso dos transformadores monofásicos de 15 kV, a curva do desempenho médio dos resultados das ACPs é aderente à curva de nível de perda D da potência de 5 kVA até 50 kVA, quando ela descola e passa a ser mais próxima à curva de nível de perda E. Já no caso dos transformadores trifásicos de 15 kV, a aderência à curva de nível D ocorre entre 15 kVA e 30 kVA, se aproximando então da curva de nível E até 150 kVA e, a partir desse ponto, ficando numa posição intermediária até 300 kVA.

Esses resultados, apesar de retratarem apenas uma das faixas de potência cobertas pelo processo de etiquetagem compulsória, apontam para o fato de que o nível de perdas dos transformadores aqui tratados já estão próximos do nível D, o que reforça a necessidade de se implementar o “Programa de Metas”, de forma a atualizar a regulação diante da realidade do mercado.

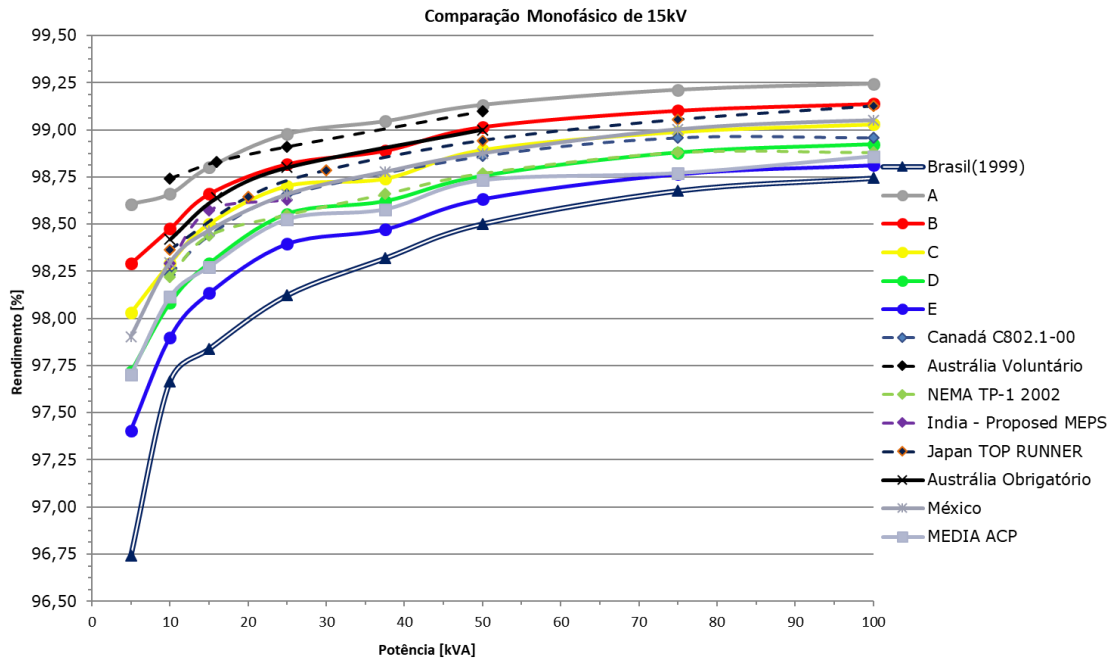


Figura 2 – Resultado médio das ACPs e diferentes referências de níveis de eficiência – Transformadores monofásicos de 15 kV (Sanguedo, 2017)

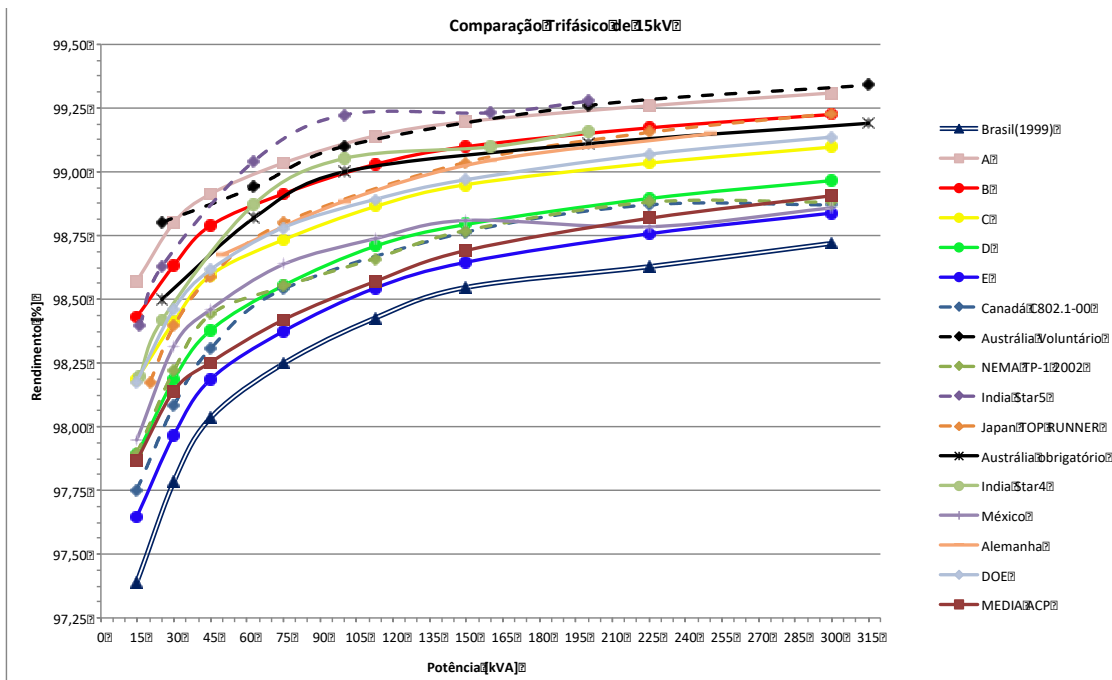


Figura 3 – Resultado médio das ACPs e diferentes referências de níveis de eficiência – Transformadores trifásicos de 15 kV (Sanguedo, 2017)

- Programa de Metas

Em outubro de 2017 foi publicada a Portaria MME N. 398/GM, que coloca em Consulta Pública o texto de Portaria Interministerial revisando o Programa de Metas para transformadores de distribuição em líquido isolante, originalmente criado na pela Portaria Interministerial MME/MCTI/MDIC N. 104/2013.

Conforme discutido na reunião do CT Transformadores em setembro de 2017, foi proposto, na Portaria MME N. 398/GM, que fosse feita a evolução do nível de perdas E para D a partir de 01 de janeiro de 2019 e do nível D para C a partir de 01 de janeiro de 2022. Esses são prazos para fabricação e importação, havendo um acréscimo de seis meses para comercialização dos equipamentos por fabricantes e importadores e de doze meses para comercialização por atacadistas e varejistas.

3.2 Normalização

O processo de normalização no Brasil é coordenado pela ABNT, que abriga diversos Comitês Brasileiros (CB), fóruns responsáveis pela operacionalização da elaboração e revisão das Normas Técnicas no país. Cada CB abriga várias Comissões de Estudo (CE), onde efetivamente são realizadas as discussões técnicas e feitas deliberações sobre os textos de normas em elaboração ou revisão.

No caso dos Transformadores de Distribuição, os aspectos de normalização estão sob a responsabilidade do CB03 – Comitê Brasileiro de Eletricidade.

3.2.1 Histórico da Comissão de Estudos de Transformadores de Distribuição

A comissão de estudos CE:14-06.01 – *Transformadores de distribuição*, inserida na estrutura do CB03, estava inativa desde julho de 1999, quando as atividades que culminaram na publicação da revisão da Norma ABNT NBR 5440 – *Transformadores para redes aéreas de distribuição – Padronização*, uma atualização da norma de mesmo número publicada em julho de 1987, foram encerradas.

Em 2008, o ICA/Procobre liderou um processo de reunião de apoio para solicitar a reativação desta CE. O pedido formal foi encaminhado ao CB03 no final de 2008 e atendido no início de 2009. Na primeira reunião da CE, em 31/03/2009, o representante do ICA/Procobre, Alberto J. Fossa, foi eleito coordenador. Iniciou-se, então, a nova revisão da ABNT NBR 5440, que durou até 2011. A partir de então, a CE se manteve em funcionamento e passou a tratar de outras normas abrangidas pelo seu escopo, conforme descrito a seguir.

Atualmente a CE é identificada como CE 003:014.14 - *Transformadores de distribuição para postes, plataformas, uso subterrâneo e industrial até classe de tensão 36,2 KV de fabricação com líquido isolante ou à seco* e está enquadrada no Subcomitê (SC) 003:014 – *Transformadores de potência e reatores para sistemas de potência*.

3.2.2 Resumo do processo de revisão da ABNT NBR 5440:2011 – Transformadores para redes aéreas de distribuição – Requisitos

Nos tópicos a seguir são apresentadas as atividades do processo de revisão da ABNT NBR 5440:

- **2009:** Foram acordados o planejamento e a estrutura para revisão da ABNT NBR 5440. Também foi atingido consenso sobre a necessidade de se fazer uma revisão dos valores de perdas máximas permitidas, com foco no aumento da eficiência, tarefa finalizada no final do ano.
- **Atividades realizadas em 2010:** O texto da norma passou por revisões na tabela de tolerâncias e nos trechos sobre suporte de para-raios e impedância máxima. Desenhos técnicos foram desenvolvidos e acrescentados. Após revisão geral dos dimensionais dos desenhos e de todos os índices, o texto da norma foi aprovado para consulta nacional.
- **Atividades realizadas em 2011:** A comissão recebeu 26 votos do processo de consulta nacional, todos sem restrições técnicas, e registrou um total de 228 sugestões (cada voto pode conter mais de uma sugestão). Esse material foi avaliado pela comissão, que produziu um texto revisado considerando os ajustes necessários. O texto foi publicado pela ABNT no dia 30/06/2011, com data de entrada em vigor para 30/12/2011.

3.2.3 Atividades recentes da CE 003:014.14 - Transformadores de Distribuição

Após o término da revisão da norma ABNT NBR 5440, em 2011, a CE 003:014.14 passou a se dedicar a outras normas abrangidas pelo seu escopo, conforme apresentado a seguir:

- Revisão da norma ABNT NBR 5356-11 - *Transformadores de potência – Parte 11: Transformadores do tipo seco – Especificação*, publicada em maio de 2016 (com versão corrigida em setembro de 2016) substituindo a antiga ABNT NBR 10295. Nessa revisão a norma passou a adotar o padrão da IEC 60076; incorporando-se na estrutura de “partes” da ABNT NBR 5356, que trata de aspectos gerais de transformadores.
- Revisão da norma ABNT NBR 12454 - *Transformadores de potência de tensões máximas até 36,2kV e potência de 225 kVA até 3750 kVA – Padronização*. O produto desta revisão encontra-se em análise no Comitê Brasileiro de Eletricidade, Eletrônica, Iluminação e Telecomunicações (Cobei), responsável pelo seu encaminhamento para consulta pública.
- Revisão das normas ABNT NBR 7036 – *Recebimento, instalação e manutenção de transformadores de potência para distribuição, imersos em líquidos isolantes* e ABNT NBR 13297 – *Recebimento, instalação e manutenção de transformadores de potência secos – Procedimento*. Os produtos destas revisões encontram-se em análise no Cobei, responsável pelo seu encaminhamento para consulta pública.

Nos casos das normas ABNT NBR 5356-11 e ABNT NBR 12454, o processo de revisão incluiu, assim como no caso da ABNT NBR 5440:2001, a edição de uma tabela de eficiência energética, já levando em conta quatro níveis de classificação, conforme estabelecido no Programa de Metas, discutido anteriormente.

4 Propostas de encaminhamento

Para determinados tipos de aplicações, transformadores de distribuição imerso em líquido isolante, tema do presente documento, podem ser substituídos por transformadores do tipo seco. No entanto, uma vez que apenas os transformadores imersos em líquido isolante estarão sujeitos, a partir de 2019, à imposição de níveis de perdas máximas, verifica-se o

risco de estabelecimento de uma situação de distorção competitiva, uma vez que duas tecnologias sujeitas a regulações distintas competirão por um mesmo mercado. Neste sentido, recomenda-se:

- ***Ampliação do programa de etiquetagem de transformadores de distribuição, com os devidos Estudos de Impacto Regulatório (EIR), de forma que tecnologias concorrentes passem a ser submetidas ao mesmo tipo de regulação sobre eficiência energética.***

Avaliando a questão a partir de uma perspectiva ainda mais ampla, reconhece-se que o programa de etiquetagem de transformadores pode ter seus impactos maximizados caso ele passe a incluir todo o conjunto de transformadores utilizados no Brasil, e não apenas os de distribuição (e tampouco os de distribuição imersos em líquido isolante). No quadro internacional, em particular na Europa, isso já é uma realidade.

No bloco econômico, a diretiva 2009/125/CE⁴, relativa à definição de requisitos de concepção ecológica de produtos relacionados com o consumo de energia, estabeleceu o regulamento (UE) N. 548/2014, que define limites de perda máxima em vazio e em carga para transformadores de diferentes aplicações, imersos em óleo e do tipo seco, de baixa, média e alta potência.

Ainda no âmbito internacional, a IEC publicou a IEC TS 60076-20:2017 - *Power transformers - Part 20: Energy efficiency*⁵, norma do tipo “especificação técnica” que abrange diversas metodologias para avaliação da eficiência energética e do desempenho energético de transformadores.

No Brasil, um grupo de trabalho da CE 003:014.01 - *Transformadores de Potência* está trabalhando no texto da IEC 60076-20 com o intuito de produzir a sua versão brasileira, que será chamada ABNT NBR 5356-20. A iniciativa, coordenada pelo ICA/Procobre, conta com o apoio e participação de fabricantes e agentes governamentais e pode contribuir para a inclusão do conjunto de transformadores, sejam eles de baixa, média e alta potência, no programa de etiquetagem de transformadores brasileiro. Em relação a isto, recomenda-se:

⁴ Conhecida como “Diretiva Ecodesign”.

⁵ A norma integra a família de normas IEC 60076, que tem sido utilizada pelas comissões de estudo do subcomitê 003:014 - *Transformadores de potência e reatores para sistemas de potência* (pertencente ao CB 03 – Comitê Brasileiro de Eletricidade) como base para o desenvolvimento de normas brasileiras, identificadas como ABNT NBR 5356.

- ***Apoio o desenvolvimento da ABNT NBR 5356-20, que pode contribuir para a ampliação do programa de etiquetagem de transformadores de distribuição, com os devidos Estudos de Impacto Regulatório (EIR), de forma que ele abranja toda a gama de transformadores de potência utilizados no Brasil.***

5 Referências bibliográficas

- Centro de Pesquisas de Energia Elétrica – CEPEL, 2007. **Qualidade e Eficiência Energética em Transformadores de Distribuição**. Rio de Janeiro. Brasil.
- Centro de Pesquisas de Energia Elétrica – CEPEL, 2008. **Determinação das Perdas Técnicas dos Transformadores de Distribuição Instalados nas Empresas Concessionárias no Brasil** – Relatório Técnico DIE-6454/08. Rio de Janeiro. Brasil.
- CNI/IEL/Eletronbras/MCPAR Engenharia, 2008. **Qualidade e Eficiência Energética de Transformadores de Distribuição**. Campinas. Brasil.
- Comissão Europeia, 2009. Directiva 2009/125/CE do Parlamento Europeu e do Conselho. **Jornal Oficial da União Europeia** L 285; 21.10.2009; p. 10–35.
- Comissão Europeia, 2014. Regulamento (UE) N. 548/2014 da Comissão. **Jornal Oficial da União Europeia** L 152; 22.5.2014; p. 1–15.
- Energy Efficiency and Conservation Authority, 2003. **Minimum Energy Performance Standards for Distribution Transformers**. Nova Zelândia.
- Empresa de Pesquisa Energética (EPE), 2008. **Balço Energético Nacional – Ano Base 2007**. Rio de Janeiro. Brasil.
- European Commission, 1999. **The scope for energy saving in the EU through the use of energy-efficiency electricity distribution transformers**. European Cooper Institute. Bruxelas. Bélgica.
- Instituto Euvaldo Lodi – IEL/NC, 2007. **Relatório de Pesquisa de Laboratórios para ensaio de Transformadores de Distribuição**. Brasília. Brasil.
- Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO, 2010. **Portaria N. 378 de 28 de setembro de 2010**. Requisitos de Avaliação da Conformidade para Transformadores de Distribuição em Líquido Isolante – Programa de Etiquetagem Voluntária. Rio de Janeiro. Brasil.

- Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO, 2016. **Portaria N. 510, de 07 de novembro de 2016** – Ajustes e esclarecimentos à Portaria INMETRO N. 378/2010. Brasília. Brasil.
- Internacional Copper Association – Procobre, 2008. **Desempenho de Transformadores de Distribuição**. Universidade de Itajubá. Itajubá. Brasil.
- Internacional Copper Association – Procobre, 2008. **Transformadores de Distribuição Eficientes**. Universidade de Itajubá. Itajubá. Brasil.
- Internacional Copper Association – Procobre, 2008. **Avaliação Econômica de Transformadores de Distribuição com base no carregamento e eficiência energética**. Universidade de Itajubá. Itajubá. Brasil.
- Internacional Copper Association – Procobre, 2008. **Projeto de Transformadores de Distribuição baseando-se na Carga**. Universidade de Itajubá. Itajubá. Brasil.
- Leonardo Energy, 2004. Energy Efficient – **Distribution Transformers**. Bruxelas. Bélgica.
- Leonardo Energy Transformers, 2005. **The Potential for Global Energy Savings from High Efficiency Distribution Transformers**. European Copper Institute. Bruxelas. Bélgica.
- Leonardo Energy, 2009. **Transformers in Power Distribution Networks**. Bruxelas. Bélgica.
- Ministério de Minas e Energia, 2001. **Decreto N. 4059 de 19 de dezembro de 2001** – regulamenta a Lei N. 10.295 sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia. Brasília. Brasil.
- Ministério de Minas e Energia, 2001. **Lei N. 10.295 de 17 de outubro de 2001** – Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia. Brasília. Brasil.
- Ministério de Minas e Energia, 2011. **Relatório de Atividades do Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética – CGIEE – 2009 – 2010**. Brasília. Brasil.

- Ministério de Minas e Energia, Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, 2013. **Portaria Interministerial N. 104, de 22 de março de 2013** – Regulamentação Específica de Transformadores de Distribuição em Líquido Isolante e o seu respectivo Programa de Metas. Brasília. Brasil.
- Ministério de Minas e Energia, 2013. **Relatório de Atividades do Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética – CGIEE – 2011 – 2012**. Brasília. Brasil.
- Ministério de Minas e Energia, 2014. **Relatório de Atividades do Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética – CGIEE – 2014**. Brasília. Brasil.
- Ministério de Minas e Energia, 2017. **Portaria N. 398/GM, de 10 de outubro de 2017** – Divulgação para Consulta Pública da minuta de Portaria Interministerial que estipula o Programa de Metas para Transformadores de Distribuição em Líquido Isolante. Brasília. Brasil.
- O Setor Elétrico, 2008. **Qualidade e Eficiência em Transformadores de Distribuição**. São Paulo. Brasil.
- Sanguedo, Carlos Azevedo; Oliveira, Ana Angélica da Silva; Medeiros, Carmem Polycarpo, 2007. Qualidade e eficiência energética em transformadores de distribuição. **Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica – SNPTEE**. 14 a 17 de outubro de 2007. Rio de Janeiro. Brasil.
- Sanguedo, Carlos Azevedo, 2017. Plano de metas. Regulamentação dos níveis de eficiência energética de transformadores de distribuição. Apresentação realizada ao CGIEE. 23 de março de 2017. Brasília. Brasil.
- Scholand, Michael; Blackburn, Trevor; Hopkinson, Phil; Sampat, Mahesh, 2013. SEAD Standards & Labelling Working Group Distribution Transformers Collaboration. **Part 1: Comparison of Efficiency Programmes for Distribution Transformers**.
- Scholand, Michael; Blackburn, Trevor; Hopkinson, Phil; Sampat, Mahesh, 2013. SEAD Standards & Labelling Working Group Distribution Transformers Collaboration. **Part 2: Test Method Review Report**.

- Scholand, Michael; Blackburn, Trevor; Hopkinson, Phil; Sampat, Mahesh, 2013. SEAD Standards & Labelling Working Group Distribution Transformers Collaboration. **Part 3: Energy Efficiency Class Definitions for Distribution Transformers.**
- Scholand, Michael; Blackburn, Trevor; Hopkinson, Phil; Sampat, Mahesh, 2013. SEAD Standards & Labelling Working Group Distribution Transformers Collaboration. **Part 4: Country Profiles for Internationally-Comparable Test Methods and Efficiency Class Definitions for Distribution Transformers.**
- TR Blackburn, 2007. Distribution Transformers: **Proposal to Increase MEPS Levels.** Austrália.

Anexo 1

Para a etiquetagem dos transformadores de distribuição foi previsto pelo Inmetro o desenvolvimento das seguintes etapas.

- Declaração dos Fabricantes

Nesta etapa os fabricantes enviam uma declaração de interesse ao processo para o Inmetro, devendo ser anexados os seguintes documentos: Planilhas de Ensaio; PET; ENCE; Planilha de Eficiência Energética.

A auto declaração é aplicável para fabricantes que tiveram seus laboratórios avaliados previamente pelo Cepel.

- Geração da amostragem para Acompanhamento da Produção

Nesta etapa o Inmetro determina a quantidade de amostras que deverão ser enviadas para a análise por laboratório acreditado. A regulamentação atual estabelece que 30% dos modelos devem ser avaliados em periodicidade semestral.

Encaminhar amostras aos laboratórios acreditados para o Acompanhamento da Produção

Nesta etapa os Fabricantes enviam as amostras aos laboratórios acreditados para ensaios, conforme determinado na Regulamentação.

- Divulgação da Tabela de Eficiência energética no site do Inmetro

Em função da apresentação de auto declaração, e dos resultados apresentados pelos laboratórios, o Inmetro divulga os resultados do programa de etiquetagem de transformadores em seu site.