

Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Engenharia Elétrica e Informática
Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica

Projeto de Engenharia Elétrica

Aelfclêniton Mouroner Maciel Diniz
Matrícula: 20221126

Campina Grande, Julho de 2009.

Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Engenharia Elétrica e Informática
Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica

**Análise do Padrão de Transformadores de Distribuição
Brasileiros e sua Adequação aos Limites de Perdas**

Projeto apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento parcial às exigências para obtenção do Grau de Engenheiro Eletricista.

Orientador:
Edson Guedes da Costa, D. Sc.

Campina Grande, Julho de 2009.

Agradecimentos

A Deus, pela vida, coragem e fé;

Aos meus pais, Alexandre e Fátima, pelo amor, compreensão, ajuda e constante incentivo;

A minha esposa, Ana Angélica, pela paciência, compreensão, incentivo e amor;

Aos meus irmãos, tias, sobrinhos e amigos por sempre acreditarem;

Ao professor Martinez, pela oportunidade, confiança e pela disposição em colaborar e dividir seus ensinamentos;

Ao professor Estácio, pelo apoio, confiança e amizade;

Ao professor Edson Guedes, pela ajuda e disponibilidade;

A toda equipe do LAT – UNIFEI e LAT – UFCG;

A todos que direta ou indiretamente colaboraram na execução deste trabalho.

Sumário

<u>1.INTRODUÇÃO.....</u>	<u>8</u>
<u>1.3.Estrutura e Organização do LAT-UNIFEI.....</u>	<u>8</u>
<u>2.PERDAS EM TRANSFORMADORES.....</u>	<u>9</u>
<u>2.3.1. Ensaio em Vazio.....</u>	<u>10</u>
<u>2.3.2. Ensaio em Curto-Circuito.....</u>	<u>10</u>
<u>3.2.1. Padrão Brasil ou Nacional.....</u>	<u>17</u>
<u>3.2.2. Padrão Europa.....</u>	<u>22</u>
<u>3.2.3. Padrão do México ou NOM.....</u>	<u>26</u>
<u>3.2.4. Padrão China.....</u>	<u>31</u>
<u>BIBLIOGRAFIA.....</u>	<u>38</u>
<u>ANEXO A - Tabelas referentes à comparação entre o Padrão Brasil e a ABNT.....</u>	<u>39</u>
<u>ANEXO B - Gráficos referentes às comparações entre o padrão Brasil e os padrões Europa, China e México para transformadores de distribuição monofásicos, novos.....</u>	<u>128</u>
<u>ANEXO C - Gráficos referentes às comparações entre o padrão Brasil e os padrões Europa, China e México para transformadores de distribuição monofásicos, novos.....</u>	<u>168</u>
<u>ANEXO D - Gráficos referentes às comparações entre o padrão Brasil e os padrões Europa, China e México para transformadores de distribuição trifásicos, novos.....</u>	<u>208</u>
<u>ANEXO E - Gráficos referentes às comparações entre o padrão Brasil e os padrões Europa, China e México para transformadores de distribuição trifásicos, reformados.....</u>	<u>269</u>

1. INTRODUÇÃO

1.1. Delimitação do Tema

Transformadores de média tensão são um dos componentes dos sistemas de distribuição que mais geram perdas, cerca de 33% do total das perdas, perdendo apenas para as linhas de transmissão. Isto demonstra o potencial de melhoria no âmbito econômico quando se trabalha para a redução de perdas. (Energy, October 2004)

No Brasil, diante do quase colapso do sistema elétrico ocorrido recentemente, a utilização de transformadores eficientes, apresentando baixas perdas, é uma opção viável para a liberação da capacidade energética dos sistemas de transmissão e distribuição. Pois, a liberação da potência que seria dissipada nas perdas permite a alimentação de novas cargas sem a necessidade de se investir em geração.

Destaca-se assim a importância da análise dos transformadores em uso no sistema de distribuição, verificando os seus perfis de perdas e comparando-os com as normas vigentes que indicam os limites aceitáveis de perda. Um estudo deste tipo permite avaliar a qualidade e o compromisso de fabricantes e concessionárias com os programas de eficiência energética tão relevantes nos dias atuais, além de fornecer os indicativos que poderia ser melhorado para que as características dos transformadores sejam ajustadas aos padrões vigentes.

A NBR 5440 será submetida à revisão, na qual aumenta a importância de um estudo referente à análise de perdas dos transformadores de distribuição, podendo assim fornecer resultados que possam contribuir com a revisão da norma.

1.2. Realização do Projeto

O estudo foi realizado no período de Março a Julho de 2009, com dados resultantes dos ensaios de curto-circuito e em vazio realizados em transformadores desde 2001, no Laboratório de Alta Tensão da Universidade Federal de Itajubá (LAT-UNIFEI), localizado na cidade de Itajubá no estado de Minas Gerais. O laboratório foi fundado em 04 de Março de 1967 e está localizado no antigo prédio central, na Rua Coronel Rennó, 07, no centro de Itajubá. Atualmente é utilizado para aulas e para o desenvolvimento de pesquisas de iniciação científica bem como realização de ensaios em equipamentos e materiais elétricos.

1.3. Estrutura e Organização do LAT-UNIFEI

O LAT-UNIFEI conta atualmente com um coordenador, o professor doutor Manuel Luis Barreira Martinez, um professor, doutor Estácio Tavares Wanderley Neto e um assistente, o técnico João Cândido Corrêa, responsáveis pela organização e manutenção dos equipamentos e pela orientação aos alunos de graduação e pós-graduação que utilizam as dependências e instalações do laboratório.

Além das pesquisas, são realizados ensaios em equipamentos e materiais elétricos, na maioria das vezes em serviços prestados diretamente a empresas ou em convênio com fundações de pesquisa ligadas à universidade, como por exemplo, a FUPAI (Fundação de Pesquisa e Assessoramento a Indústria) e a FAPEPE (Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão de Itajubá).

Entre os ensaios realizados no laboratório em equipamentos e materiais elétricos, pode-se citar:

- Ensaios de Tensão Aplicada (em 60 Hz);
- Ensaios de Impulso de Tensão e Corona;
- Ensaio de curto Circuito e a Vazio em Transformadores;
- Ensaios de Envelhecimento de Cabos;
- Ensaios de Rigidez Dielétrica de Óleos Isolantes;
- Ensaios de Compatibilidade Elétrica em Câmara Climática;
- Ensaios de Impulso de Corrente;
- Ensaios em Isoladores, Pára-Raios, Equipamentos Elétricos em Geral.

O laboratório conta com uma oficina bem equipada e todos os equipamentos de medição e segurança pessoal necessários para realização dos ensaios segundo as normas técnicas em vigor, sem que sejam oferecidos riscos aos usuários e garantindo assim o sucesso e qualidade dos ensaios e seus resultados.

2. PERDAS EM TRANSFORMADORES

No funcionamento dos transformadores, parte da potência absorvida é dissipada em calor, logo, é acompanhado de perdas nas quais apresentam maior intensidade no núcleo e nos enrolamentos dos mesmos. Quando os transformadores estão operando sem carga ou apresentando um carregamento mínimo, de acordo com sua potência, é dito que ele apresenta perdas em vazio que se localizam no núcleo. Operando sob carga, os transformadores apresentam perdas localizadas em seus enrolamentos conhecidas como perdas em carga. Elas podem ser determinadas através de ensaios de perdas a vazio e ensaios de perdas em curto-circuito.

2.1. Perdas em Vazio

As perdas em vazio são ocasionadas pela corrente de magnetização responsável pelo estabelecimento do fluxo magnético, estas são determinadas no núcleo e se apresentam em duas componentes: perdas por histerese magnética e perdas *Foucault* (perdas por correntes parasitas).

A histerese magnética é um fenômeno que descreve a energia consumida por um material magnético, seu comportamento não-linear e sua natureza. Portanto, ela pode ser representada por uma curva de indução magnética, B , versus intensidade de campo magnético, H . A energia dissipada no núcleo durante um ciclo de alimentação pode ser representada através da área da curva de histerese.

O material magnético apresenta um limite de saturação, nesse limite o fluxo magnético B_s se mantém constante para um determinado valor do campo magnético H_s . Ao desmagnetizar o material magnético, ou seja, quando o campo magnético for nulo, ainda haverá uma densidade de fluxo magnético no mesmo, no qual é chamado de fluxo remanescente B_r . Para anular o fluxo remanescente é necessário aplicar uma intensidade de campo com polaridade inversa denominado de força coerciva H_c . O laço de histerese está representado na Figura 1.

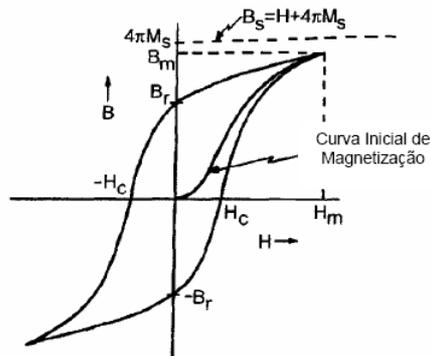


Figura - Curva de Magnetização inicial e Laço de Histerese.

As perdas por histerese em função da densidade de fluxo máxima B_m são expressas, segundo Steinmetz, em (2.1).

$$P_h = \beta M_{\text{núcleo}} \delta f \cdot B_m^x \quad , \quad (2.1)$$

onde,

P_h é a perda por histerese em W;

β é a constante de proporcionalidade característica do material do núcleo;

$M_{\text{núcleo}}$ é a massa do núcleo em Kg;

δ é a densidade do material em kg/cm^3 ;

f é a frequência em Hz;

B_m é a indução magnética do fluxo em G;

x é a constante de Steinmetz.

De acordo com a lei de Lenz, quando um fluxo alternado é induzido no núcleo, ocorrem perdas por correntes parasitas ou perdas de Foucault. As correntes parasitas aquecem o núcleo, e com isso, reduzem a área efetiva da passagem de fluxo magnético resultando em aumento de perdas por efeito Joule. Steinmetz também apresentou uma equação empírica, na qual expressa as perdas, mostrada em (2.2).

$$P_{cp} = \epsilon M_{\text{núcleo}} \delta f^2 \cdot B_m^2 \cdot t^2 \quad , \quad (2.2)$$

onde,

P_{cp} é a perda por corrente parasita em W;

ϵ é constante de proporcionalidade determinada experimentalmente;

t é a espessura da lâmina do núcleo em cm.

As correntes parasitas são tratadas como intralaminares e interlaminares, onde elas podem circular dentro de cada lâmina individualmente ou entre várias lâminas simultâneas. As corrente parasitas intralaminares dependem da largura, espessura e resistividade de cada lâmina. Já as interlaminares dependem da largura e do peso da pilha de lâminas e do número e da resistência superficial de isolamento de cada lâmina. Portanto, com a seleção adequada na espessura do aço silício e no material isolante das lâminas, é possível minimizar as perdas.

As perdas em vazio totais é o resultado da soma das componentes de perdas por histerese e correntes parasitas, conforme Equação (2.3).

$$W_N = P_h + P_{cp}, \quad (2.3)$$

onde,

W_N é a perda em vazio total do transformador em W.

2.2. Perdas em Carga

As perdas em carga são constituídas pelas perdas localizadas nos enrolamentos primário e secundário do transformador e pelas perdas por dispersão. As perdas nos enrolamentos variam com o quadrado da corrente de carga RI^2 e as perdas por dispersão ocorrem nos enrolamentos e em outras partes estruturais do transformador.

Devido à passagem de corrente alternada nos condutores dos enrolamentos, surgem perdas por correntes parasitas que dificultam a passagem do fluxo, resultando no aumento da resistência do cobre e do efeito Joule pelo aumento da temperatura no condutor.

Outras perdas por dispersão também fazem parte das perdas em cargas e são geradas devido ao fluxo de dispersão criado no transformador, porém se concentram nas partes estruturais do transformador que não sejam nos enrolamentos. As perdas em carga de um transformador podem ser expressas conforme (2.4).

$$W_{cu} = I^2R + P_{cp} + P_{opd}, \quad (2.4)$$

onde,

W_{cu} é a perda sob a carga em W;

I é a corrente eficaz em A;

R é a resistência em corrente contínua dos enrolamentos em Ω ;

P_{cp} é a perda por correntes parasitas em W;

P_{opd} são as outras perdas por dispersão em W.

Desta forma, as perdas em carga são diretamente proporcionais ao carregamento do transformador.

2.3. Determinação das Perdas

As perdas em vazio e as perdas em carga podem ser determinadas através de ensaios determinados pela NBR 5380.

2.3.1. Ensaio em Vazio

As perdas em vazio devem-se ao fluxo principal estabelecido no circuito magnético que é acompanhado das perdas por Histerese e correntes parasitas, sendo função do valor, da frequência e da forma de onda de alimentação. Para a realização do ensaio, a tensão de alimentação deve ser puramente senoidal, com fator de forma 1,11. A medição deve ser realizada com tensão e frequência nominal na derivação principal, ou, quando medida em outra derivação deve-se utilizar a respectiva tensão da derivação. Caso ocorra distorção na tensão de alimentação deve ser considerado.

Quando a alimentação é conectada ao enrolamento ligado em delta, pode ser realizada a correção na forma de onda e caso a alimentação seja realizada no enrolamento ligado em estrela os harmônicos não poderão exceder 5% de tensão de linha. A Figura 2 apresenta a ligação dos instrumentos para o ensaio em vazio em um transformador trifásico delta-estrela, conforme a NBR 5380. Na figura, o voltímetro V1 indica a tensão RMS e o voltímetro V2 indica a tensão de pico por raiz de dois, $V_{pico}2$

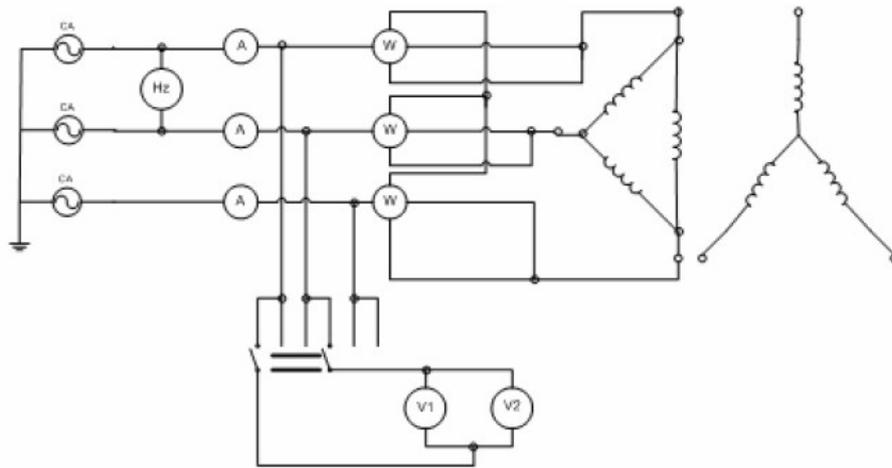


Figura - Diagrama de ligações para ensaio em vazio em transformadores trifásicos.

2.3.2. Ensaio em Curto-Circuito

Na determinação das perdas em carga, deve-se notar que elas dependem do carregamento do transformador. Através do ensaio de curto-circuito é possível determinar os parâmetros das perdas com o transformador sob carga.

De forma geral, este ensaio indica as perdas ôhmicas nos enrolamentos e as perdas adicionais que estão relacionadas com a transformação da corrente. O ensaio consiste em alimentar o transformador pelo lado de alta tensão com os terminais da baixa curto-circuitados, onde deve circular a corrente nominal. Isto ocorre sob tensão reduzida, o que proporciona perdas de excitação próximas de zero.

O diagrama de ligações para este ensaio em um transformador trifásico delta-estrela é mostrado na Figura 3, conforme NBR 5380. O ensaio determina as perdas totais em carga e as correntes dos enrolamentos.

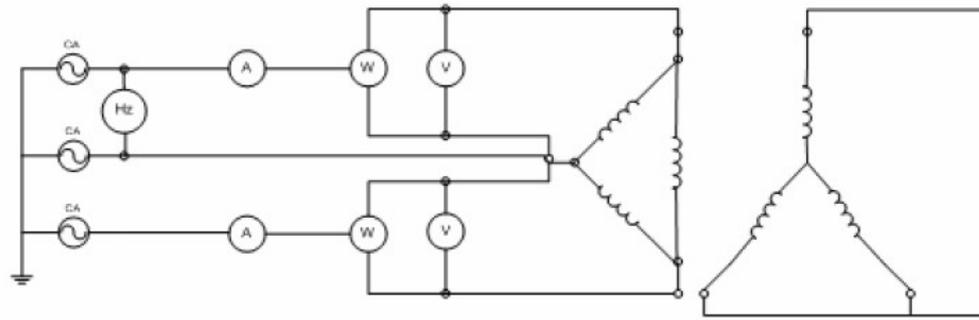


Figura - Diagrama de ligações para ensaio de perdas em carga em transformadores trifásicos.

3. ANÁLISE DO PERFIL DE PERDAS EM TRANSFORMADORES DE MÉDIA TENSÃO

Desde 2001, o Laboratório de Alta Tensão da Universidade Federal de Itajubá vem ensaiando uma série de transformadores de média tensão. Estes equipamentos são submetidos a todos os ensaios de rotina e, de modo complementar, a ensaios de impulso atmosférico padronizado e não-padronizado, RIV e aquecimento. A partir dos resultados dos ensaios de curto-circuito e a vazio tornou-se possível realizar a análise do perfil de perdas dos transformadores. Os resultados permitiram gerar curvas das perdas totais relativas nas quais foram comparadas com as curvas referentes a padrões da ABNT, do México (NOM-002-SEDE-1999), da Europa (HD 428) e da China (GB/T – 6451 - 1999), pois as mesmas tratam dos níveis de perdas permitidos nos transformadores de distribuição.

A análise foi realizada em transformadores novos e reformados. Os transformadores foram divididos em grupos de acordo a potência, tipo de instalação (monofásico ou trifásico) e classe de tensão (15 kV ou 24,2 kV). A partir dos dados resultantes dos ensaios, foram realizadas análises estatísticas para cada grupo. Alguns transformadores foram retirados da análise, pois apresentavam-se fora dos limites estabelecidos, possibilitando, com isso, numa amostra mais confiável para a geração das curvas.

3.1. Resultados Obtidos

Inicialmente, o banco de dados era composto por 266 transformadores, novos e reformados, de classes de tensões 15 kV e 24,2 kV, mas 31 transformadores foram retirados do banco de dados após a realização da análise estatística, pois os mesmos não estavam em acordo com os limites estabelecidos pela distribuição realizada.

Após a retirada dos dados restaram 235 transformadores, 141 novos e 94 reformados. Os resultados dos ensaios foram organizados de acordo com a Tabela 1, que representa uma tabela típica dos valores das perdas. Outras tabelas com os demais dados de outros transformadores podem ser vistas no Anexo A. Na Tabela 1 podem ser vistos os valores das perdas em vazio e das perdas totais. Os dados localizados nas colunas com o nome LAT representam os resultados dos ensaios, de curto-circuito e a vazio, realizados no LAT-UNIFEI. Os dados contidos na coluna ABNT representam os valores

permitidos pela mesma. Aqueles que estão na coluna de porcentagem (%) são resultantes da razão porcentual entre os dados do LAT e os dados da ABNT. Ainda são fornecidos os valores das médias e dos desvios padrões das referidas perdas.

Tabela - Perdas em transformadores monofásicos, novos, classe 15 kV/10 kVA.

Potência [kVA]	Perdas em Vazio [w]			Perdas Totais [w]			
	LAT	ABNT	[%]	LAT	ABNT	[%]	
10	66,0	60,0	110,0	249,0	260,0	95,8	
	54,0	60,0	90,0	270,0	260,0	103,8	
	50,0	60,0	83,3	273,0	260,0	105,0	
	56,0	60,0	93,3	251,0	260,0	96,5	
	61,0	60,0	101,7	267,0	260,0	102,7	
	58,0	60,0	96,7	254,0	260,0	97,7	
	51,0	60,0	85,0	257,0	260,0	98,8	
	59,5	60,0	99,2	272,7	260,0	104,9	
	45,0	60,0	75,0	237,0	260,0	91,2	
	43,0	60,0	71,7	234,0	260,0	90,0	
	58,0	60,0	96,7	280,0	260,0	107,7	
	48,0	60,0	80,0	221,0	260,0	85,0	
	Média	54,1		90,2	255,5		98,3
	Desvio Padrão	6,9		11,5	18,1		7,0

De forma a facilitar na análise dos resultados obtidos, foram construídas duas tabelas que apresentam os valores das médias de todos os transformadores ensaiados no LAT-UNIFEI. Sendo a Tabela 2 referente a transformadores de classe de tensão 15 kV e a Tabela 3 referente a transformadores de classe de tensão 24,2 kV. Ambas distribuem os dados de acordo com a potência, classe de tensão, tipo de instalação, estado, média relativa das perdas em vazio e média relativa das perdas totais. As tabelas contendo os resultados detalhados dos ensaios para todos os transformadores podem ser vistas no anexo.

Tabela - Valores das médias relativas referente às perdas em vazio e as perdas totais para os transformadores de classe 15 kV.

Potência [kVA]	Classe [kV]	Tipo de instalação	Estado	Perdas em Vazio [%] LAT/ABNT	Perdas Totais [%] LAT/ABNT
10	15	1Ø	Novo	90,2	98,3
15	15	1Ø	Novo	89,4	100,1
25	15	1Ø	Novo	86,9	99,2
50	15	1Ø	Novo	86,3	104,3
10	15	1Ø	Reformado	91,0	104,3
15	15	1Ø	Reformado	81,2	98,2
25	15	1Ø	Reformado	83,1	94,3
37,5	15	1Ø	Reformado	112,3	104,8
50	15	1Ø	Reformado	93,9	104,7
30	15	3Ø	Novo	97,2	95,5
45	15	3Ø	Novo	99,1	100,7
75	15	3Ø	Novo	85,4	94,9
112,5	15	3Ø	Novo	85,4	83,9
150	15	3Ø	Novo	78,3	92,3
30	15	3Ø	Reformado	90,5	99,1
45	15	3Ø	Reformado	101,7	97,8
75	15	3Ø	Reformado	95,7	110,2
112,5	15	3Ø	Reformado	104,8	119,4
150	15	3Ø	Reformado	122,8	127,3
225	15	3Ø	Reformado	76,9	128,2

Tabela - Valores das médias relativas referente às perdas em vazio e as perdas totais para os transformadores de classe 24,2 kV.

Potência [KVA] Classe [kV] Nº de fases	Estado	Perdas em Vazio [%] LAT/ABNT	Perdas Totais [%] LAT/ABNT
10	Novo	89,6	100
25	Novo	89,1	100
1Ø	Novo	15	25
10	Novo	25	100
25	Novo	92,8	100
1Ø	Novo	97,3	25
10	Novo	67,9	100
25	Reformado	87,5	100
1Ø	Reformado	10	100
10	Reformado	25	100
25	Reformado	90,6	100
1Ø	Reformado	91,1	100
10	Reformado	15	100
25	Reformado	25	100
1Ø	Reformado	100,0	100
10	Reformado	114,3	100
25	Reformado	30	100
3Ø	Reformado	25	100
10	Reformado	95,2	100
25	Reformado	94,0	100
1Ø	Reformado	45	100
10	Reformado	25	100

3Ø
 Novo
 89,9
 97,1
 75
 25
 3Ø
 Novo
 85,0
 96,8
 15
 25
 3Ø
 Reformado
 85,7
 100,3
 30
 25
 3Ø
 Reformado
 88,1
 100,3
 45
 25
 3Ø
 Reformado
 97,0
 99,7
 75
 25
 3Ø
 Reformado
 91,5
 98,9

3.2. Curvas de Perdas

Na intenção de verificar de forma mais sucinta o perfil de perdas referente a transformadores de média tensão de fabricação nacional, foram geradas curvas tendo como dados de entrada os resultados dos ensaios nos transformadores, as curvas quantificam o nível de perdas do equipamento em relação ao seu carregamento, ou seja, relaciona diretamente perdas totais *versus* carga. Com o propósito de comparar o perfil das perdas dos transformadores de fabricação nacional com outros padrões, além da ABNT, foram geradas curvas de acordo com padrões do Brasil (ABNT), do México (NOM-002-SEDE-1999), da Europa (HD 428) e da China (GB/T – 6451 - 1999).

Para gerar as curvas que representam o perfil dos transformadores ensaiados no LAT-UNIFEI, inicialmente, foram calculados os valores das perdas totais relativas, para todos os transformadores, a partir das equações abaixo:

$$WTR = WTPF, \quad (3.1)$$

onde,

W_{TR} – perda total relativa;

W_T – perda total do transformador;

P_F – Potência ativa fornecida.

Sendo,

$$WT = W_o + W_L \cdot K^2, \quad (3.2)$$

com,

W_o – perda em vazio;

W_L – perda em carga;

K – fator de utilização.

E,

$$PF = K \cdot S_n \cdot \cos \phi, \quad (3.3)$$

onde,

S_n – potência nominal do transformador;

$\cos \phi$ - fator de potência.

No cálculo com as equações supracitadas foi utilizado um fator de utilização, ou fator de carregamento, variando entre 0,1 e 1,2 com passos de 0,1.

Com as perdas totais relativas foram realizadas análises estatísticas através do software Minitab 14[®], em cada grupo de transformadores, para os valores calculados a cada passo de 0,1, entre 0,1 e 1,2. O procedimento foi realizado para três valores de fator de potência, 0,88; 0,90 e 0,92. Para cada distribuição realizada eram escolhidos três valores estimados de perdas totais relativas, sendo para 1%, 50% e 99%, ou seja, ao término de cada distribuição de probabilidade realizada com cada grupo de transformadores, tinham-se treze valores de perdas totais relativas para cada uma das probabilidades, 1%, 50% e 99%, permitindo assim plotar as curvas desejadas. Estes valores percentuais indicam a probabilidade do valor da perda total relativa ser de fato verdadeiro.

De posse dos valores das perdas totais relativas, para as três probabilidades citadas, tornou-se possível representar as perdas dos transformadores nacionais por três curvas de probabilidade, onde as indicam o limite inferior, a média e o limite superior, nas quais são identificadas nas cores azul, verde e vermelho e representam as probabilidades para 1%, 50% e 99% respectivamente, indicando os padrões Brasil.

As curvas indicam a probabilidade das perdas totais relativas dos transformadores, ou seja, a curva de 1% indica que para os transformadores analisados em uma determinada amostra apenas 1% apresenta o perfil representado na mesma. O mesmo ocorre para as curvas de 50% e 99%. A escolha por essas curvas advém do intuito de identificar os limites das perdas, representados pelas curvas de 1% e 99%, juntamente com a média mais provável, representada pela curva de 50%. Infelizmente, em alguns casos, devido ao número reduzido da amostra de dados, ou seja, por apresentar poucas unidades de transformadores, não foi possível obter as curvas de 1%, 50% e 99%, entretanto, obteve-se uma curva com a média aritmética dos dados sendo a mesma representada pela cor verde.

As curvas que representam o perfil para os transformadores de fabricação nacional foram geradas para três fatores de potência, sendo eles iguais a 0,88, 0,90 e 0,92. No entanto, neste capítulo serão inseridas apenas as que apresentam fatores de potência iguais a 0,92, as demais curvas estarão em anexo, pois apresentam comportamento semelhante, entretanto, apresentam maiores níveis de perdas.

3.2.1. Padrão Brasil ou Nacional

Os transformadores de distribuição de fabricação nacional seguem padrões de acordo com a NBR 5440, na qual especifica, dentre outras, as características elétricas.

Referente às perdas, os transformadores monofásicos de distribuição devem respeitar os limites especificados que estão contidos nas Tabelas 4 e 5. A Tabela 4 se refere à classe de tensão 15 kV e a Tabela 5 se refere às classes de tensões de 24,2 kV e 36,2 kV. Quando se trata de transformadores de distribuição trifásicos, os limites são especificados de acordo com as Tabelas 6 e 7. A Tabela 6 se refere à classe de tensão 15 kV e a Tabela 7 se refere às classes de tensões de 24,2 kV e 36,2 kV. As tabelas supracitadas fornecem apenas os limites de perdas que serão utilizados neste estudo.

Tabela – Valores garantidos de perdas para transformadores monofásicos com tensão máxima de 15 kV.

Potência [kVA]
Perdas em vazio [W]
Perdas totais [W]
10
60
260
15
85
355
25
120
520
37,5
160
700
50
190
830

Tabela – Valores garantidos de perdas para transformadores monofásicos com tensões máximas de 24,2 kV e 36,2 kV.

Potência [kVA]
Perdas em vazio [W]
Perdas totais [W]
10
70
285
15
90
395
100
300
1550

Tabela – Valores garantidos de perdas para transformadores trifásicos com tensão máxima de 15 kV.

Potência [kVA]
Perdas em vazio [W]
Perdas totais [W]
30
170
740
45
220
1000

75
 330
 1470
 112,5
 440
 1990
 150
 540
 2450
 225
 765
 3465

Tabela – Valores garantidos de perdas para transformadores trifásicos com tensões máximas de 24,2 kV e 36,2 kV.

Potência [kVA]
Perdas em vazio [W]
Perdas totais [W]
15
110
500
30
180
825
45
250
1120
75
360
1635

Para gerar as curvas que representam o perfil de perdas dos transformadores nacionais, também foram utilizadas as Equações 3.1, 3.2 e 3.3, sendo os dados de entrada os valores especificados nas Tabelas 4, 5, 6 e 7. Para efeito comparativo, as curvas que representam os transformadores nacionais juntamente com as que representam as normas serão apresentadas sobrepostas. Este método de análise será realizado para todos os padrões apresentados no estudo.

Por se tratar de uma grande quantidade de curvas, neste capítulo serão ilustradas, para o padrão nacional, apenas as que se referem aos transformadores novos de potência igual a 10 kVA e classe de tensão 25 kV, monofásicos, e os que tratam dos transformadores reformados cuja potência é 75 kVA, classe de tensão 15 kV, trifásicos. As demais curvas poderão ser vistas em anexo.

As Figuras 4 e 5 são referentes a transformadores monofásicos de potência 10 kVA e classe 24,2 kV.

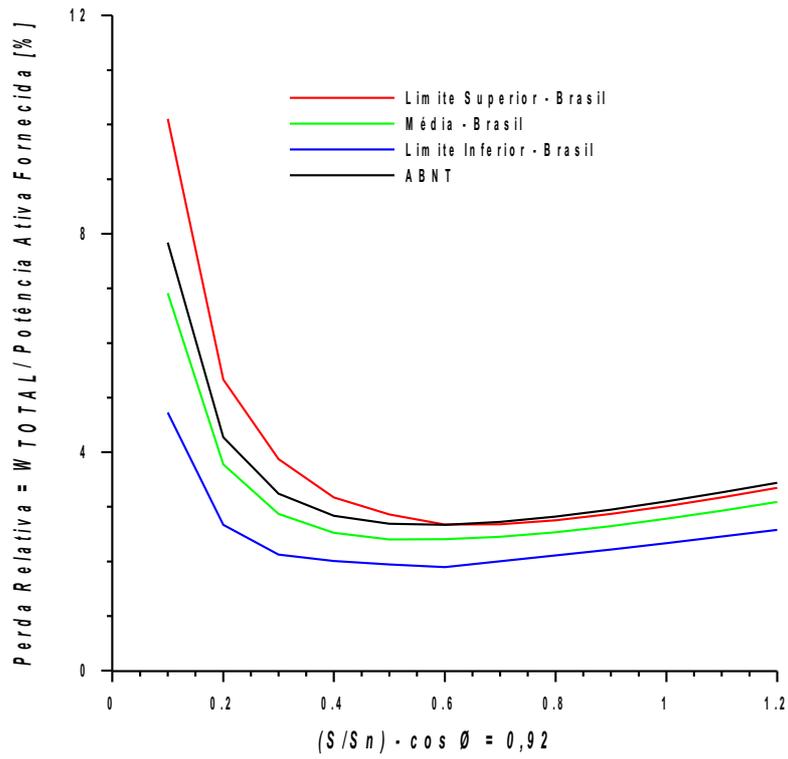


Figura - Comparação das perdas referentes a transformadores nacionais, novos, e a ABNT.

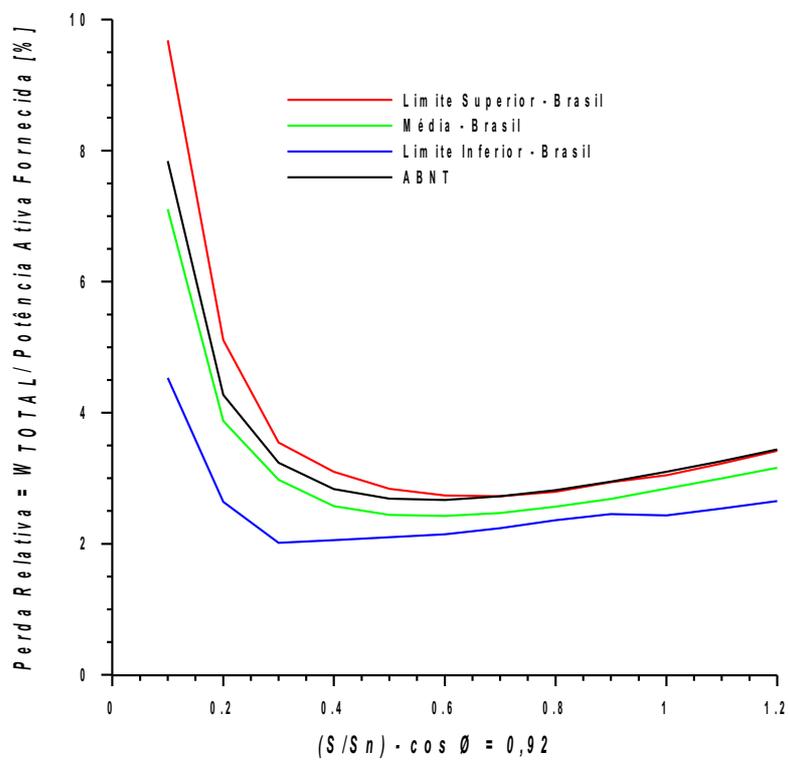


Figura - Comparação das perdas referentes a transformadores nacionais, reformados, e a ABNT.

As Figuras 5 e 6 são referentes a transformadores trifásicos de potência 75 kVA e classe 15 kV.

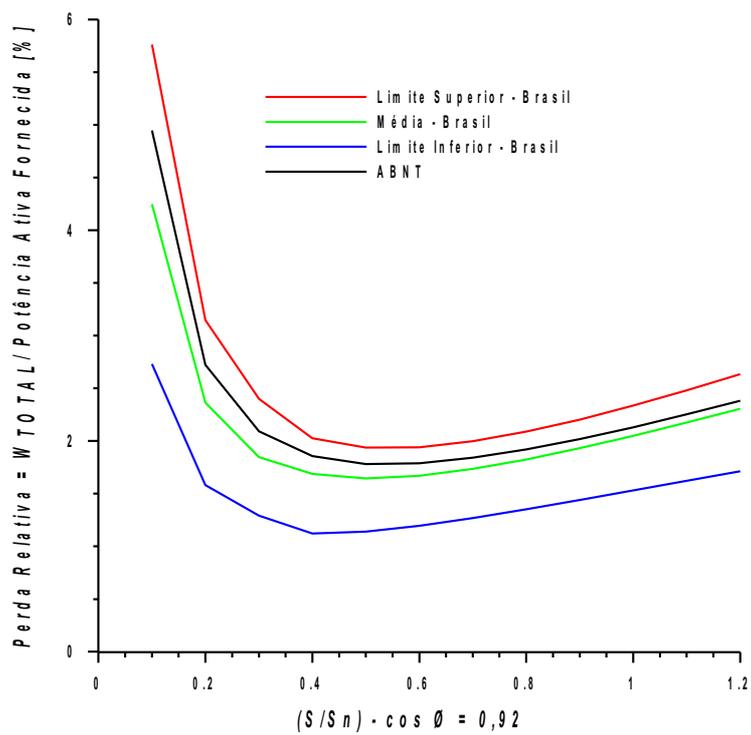


Figura - Comparação das perdas referentes a transformadores nacionais, novos, e a ABNT.

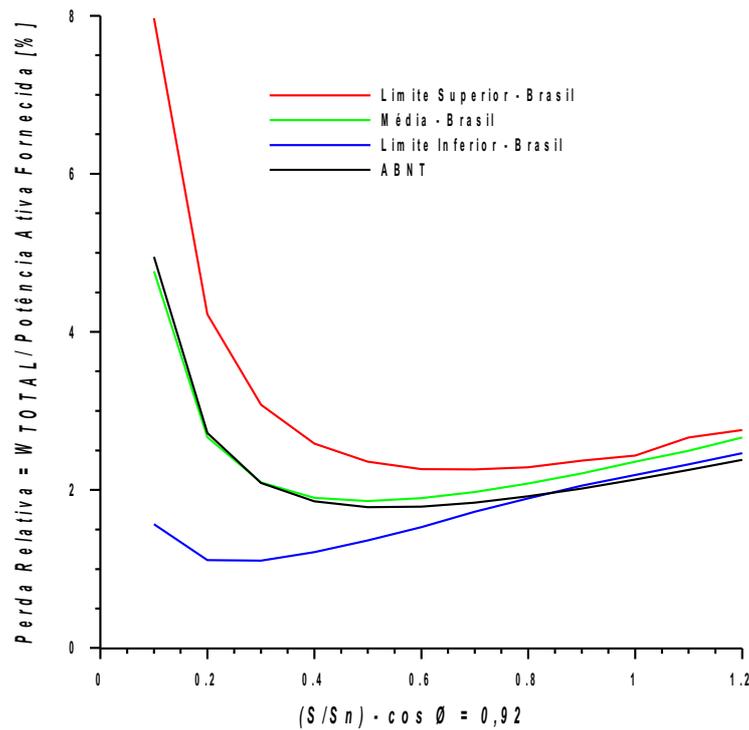


Figura - Comparação das perdas referentes a transformadores nacionais, reformados, e a ABNT.

Verificou-se na comparação realizada entre os transformadores nacionais e a ABNT que os transformadores de fabricação nacional (padrão Brasil) apresentaram condições aceitáveis a norma, visto que apenas a curva referente ao limite superior Brasil ficou acima dos valores normalizados. Portanto, de acordo com o resultado de tais análises, pode-se concluir que os transformadores de fabricação nacional, tanto os novos quanto os reformados, apresentam perfis de perdas totais relativas, em função do carregamento, que tendem a estarem dentro dos limites estabelecidos pela ABNT.

3.2.2. Padrão Europa

Na União Européia, os padrões que tratam das perdas em vazio e das perdas em carga, para transformadores de distribuição, são os documentos de harmonização, HD 428 e HD 538. O HD 428 se refere a transformadores de distribuição trifásico a óleo, para 50 Hz, de 50 a 2,500 kVA, com classe de tensão não excedendo 36 kV. O HD 538 se refere a transformadores de distribuição trifásico a seco, para 50 Hz, de 100 a 2,500 kVA, com classe de tensão também não excedendo 36 kV. Para este estudo, utilizou-se apenas o HD 428, pois não foram realizados ensaios em transformadores de distribuição trifásicos a seco.

O padrão do tipo HD define valores máximos de níveis aceitáveis de perdas para seus transformadores trifásicos. Os limites são especificados em 3 níveis de perdas, A, B e C, tanto para perdas em vazio quanto para perdas em carga, os quais são apresentados na Tabela 8.

Tabela – Perdas referentes a transformadores trifásicos europeus

Potência [kVA]
Perdas em carga
Perdas em vazio

A [W]
B [W]
C [W]
A' [W]
B' [W]
C' [W]
50
1.100
1.350
875
190
145
125
100
1.750
2.150
1.475
320
260
210
160
2.350
3.100
2.000
460
375
300
250
3.250
4.200
2.750
650
530
425

De acordo com a Figura 8, nota-se que as normas européias indicam combinações preferenciais as quais apresentam as máximas tolerâncias permitidas para estas perdas.

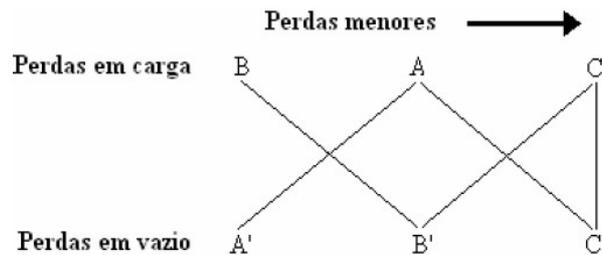


Figura - Combinações de perdas para os transformadores padrão Europa.

Utilizando as combinações indicadas na Figura 8, aplicam-se as equações 3.1 a 3.3 para obter os valores necessários à geração das curvas. O HD 428 define duas, dentre as cinco combinações, que resultam em curvas com menores ($C - C'$) e maiores ($B - A'$) níveis de perdas.

Todas as comparações entre o padrão Europa e os transformadores trifásicos do padrão Brasil, serão realizadas utilizando apenas as combinações ($C - C'$) e ($B - A'$). As curvas referentes às unidades nacionais ensaiadas no LAT – EFEI e os limites estabelecidos pelo padrão europeu serão sobrepostas no intuito de facilitar a comparação entre suas perdas em função do carregamento.

A comparação foi estabelecida da seguinte maneira:

- Transformador 30 kVA padrão Brasil x Transformador 50 kVA padrão Europa;
- Transformador 45 kVA padrão Brasil x Transformador 50 kVA padrão Europa;
- Transformador 75 kVA padrão Brasil x Transformador 100 kVA padrão Europa;
- Transformador 112,5 kVA padrão Brasil x Transformador 100 kVA padrão Europa;
- Transformador 150 kVA padrão Brasil x Transformador 160 kVA padrão Europa;
- Transformador 225 kVA padrão Brasil x Transformador 250 kVA padrão Europa.

As Figuras de 9 a 16 ilustram algumas das curvas que foram geradas para realizar a comparação entre o padrão Europa e o padrão Brasil, elas relacionam os transformadores de fabricação nacional, novos e reformados, de potência igual a 45 kVA e classes de tensões 15 kV e 24,2 kV com o padrão Europa referente a 50 kVA e os transformadores nacionais, novos e reformados, de potência igual a 75 kVA e classes de tensões 15 kV e 24,2 kV com o padrão Europa referente a 100 KVA. Para todas as comparações referentes ao padrão Europa são utilizados transformadores que apresentam apenas o tipo de instalação trifásica.

As figuras com as demais comparações de curvas de perdas entre o padrão Europa e os transformadores de fabricação nacional estão nos anexos B, C, D e E.

As Figuras 9 e 10 apresentam as comparações entre padrão Europa de 50 kVA e o padrão Brasil de 45 kVA, ambos trifásicos e classe 15 kV.

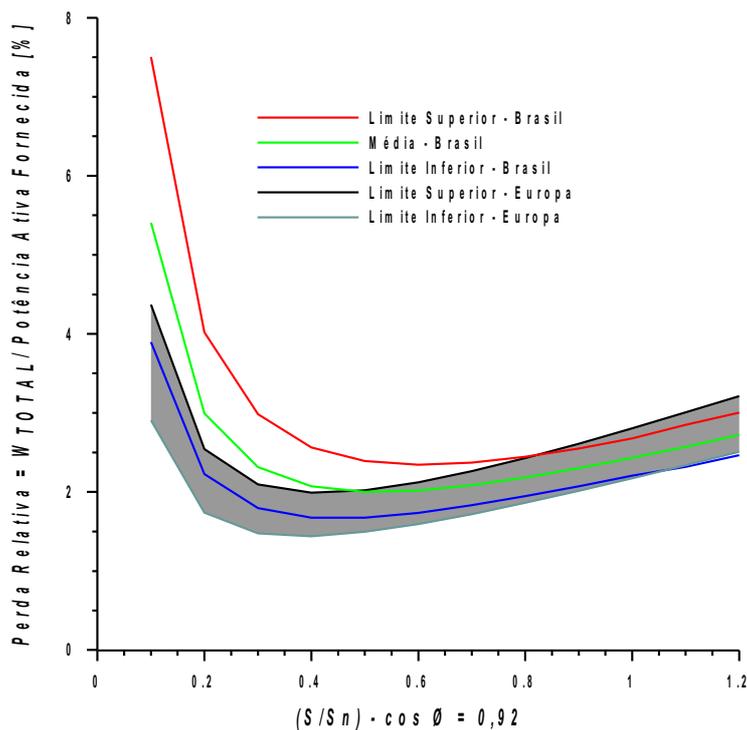


Figura - Comparação das perdas referentes a transformadores nacionais, novos, e a HD 428 (Europa).

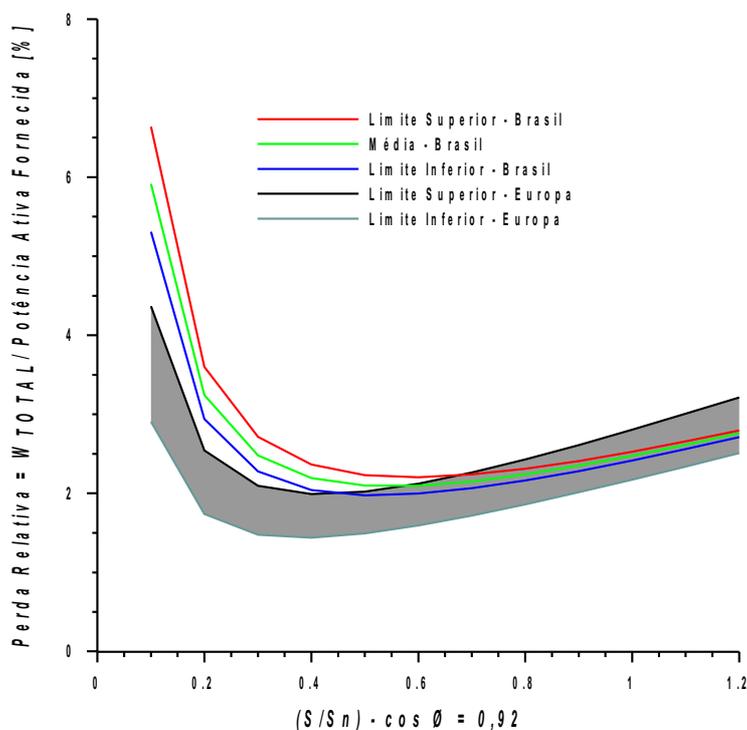


Figura - Comparação das perdas referentes a transformadores nacionais, reformados, e a HD 428 (Europa).

As Figuras 11 e 12 apresentam as comparações entre padrão Europa de 100 kVA e o padrão Brasil de 75 kVA, ambos trifásicos e classe 15 kV.

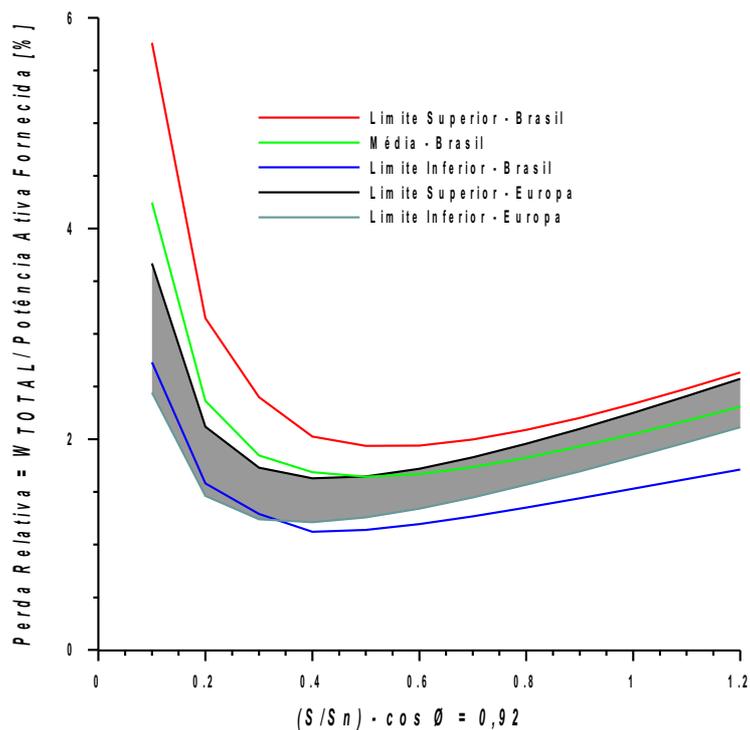


Figura - Comparação das perdas referentes a transformadores nacionais, novos, e a HD 428 (Europa).

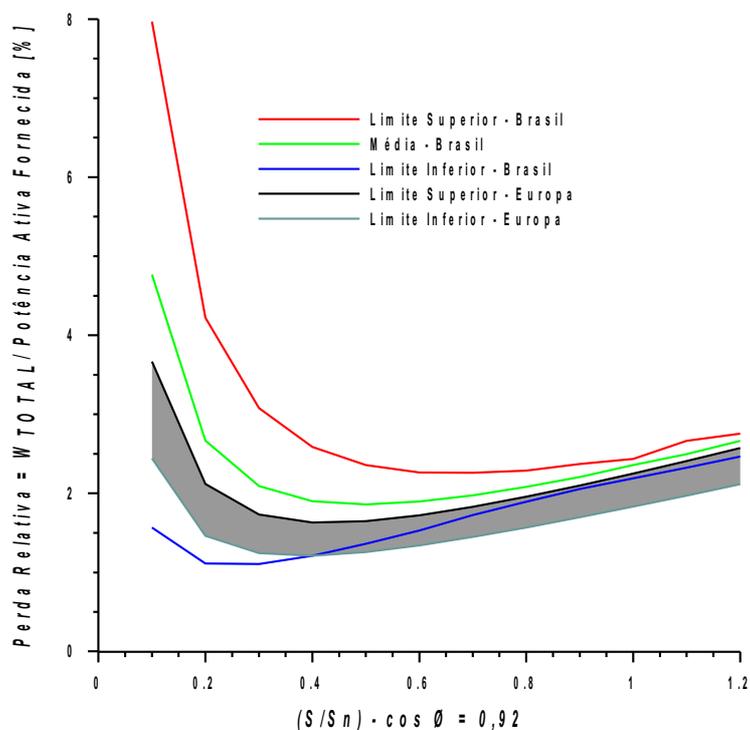


Figura - Comparação das perdas referentes a transformadores nacionais, reformados, e a HD 428 (Europa).

As Figuras 13 e 14 apresentam as comparações entre padrão Europa de 50 kVA e o padrão Brasil de 45 kVA, ambos trifásicos e classe 24,2 kV.

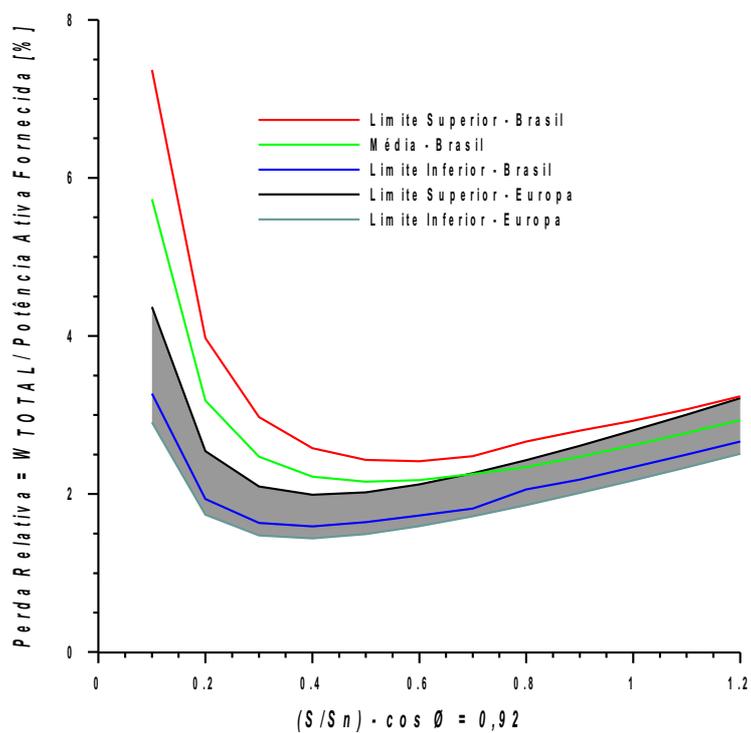


Figura - Comparação das perdas referentes a transformadores nacionais, novos, e a HD 428 (Europa).

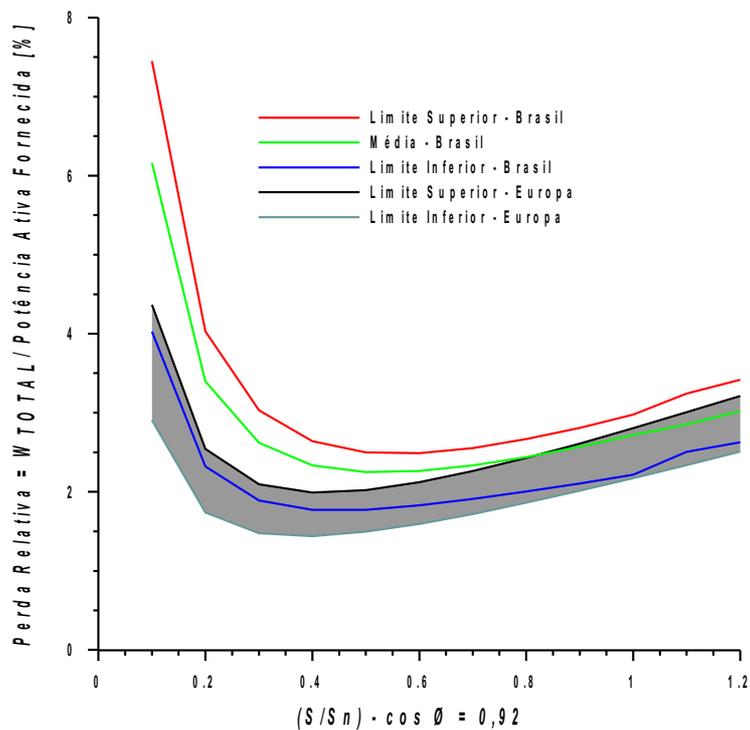


Figura - Comparação das perdas referentes a transformadores nacionais, reformados, e a HD 428 (Europa).

As Figuras 15 e 16 apresentam as comparações entre padrão Europa de 100 kVA e o padrão Brasil de 75 kVA, ambos trifásicos e classe 24,2 kV.

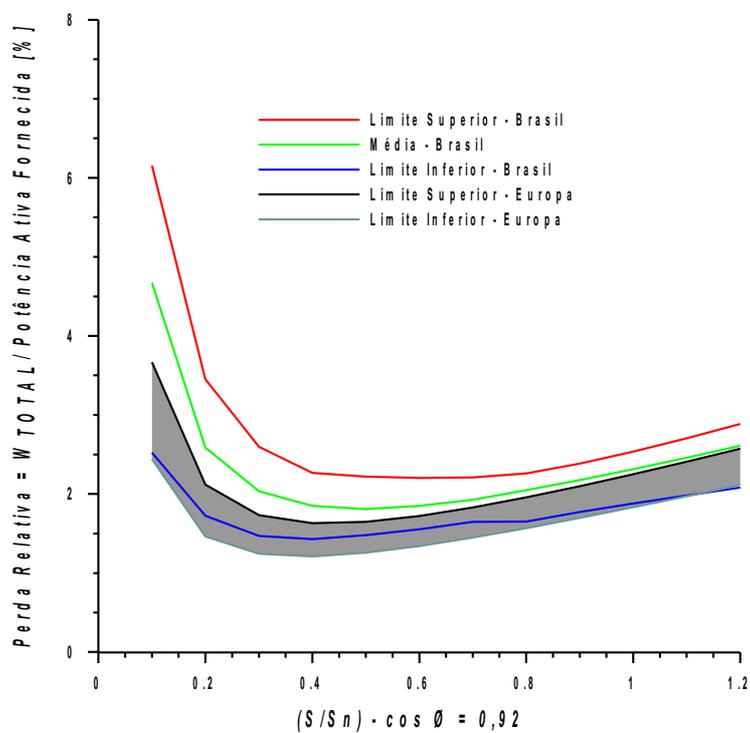


Figura - Comparação das perdas referentes a transformadores nacionais, reformados, e a HD 428 (Europa).

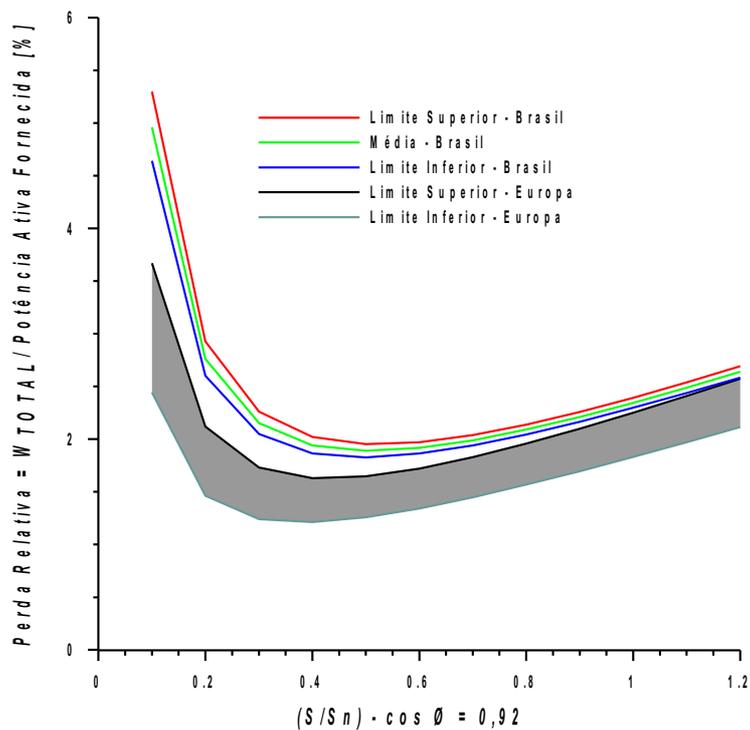


Figura - Comparação das perdas referentes a transformadores nacionais, reformados, e a HD 428 (Europa).

De acordo com a análise realizada entre os transformadores de fabricação nacional e o HD 428 (Europa), foi verificado que os transformadores nacionais apresentam níveis elevados de perdas quando estão operando com carregamento mínimo ou em vazio, chegando a valores preocupantes, em torno de 8%, como verificado para o grupo de transformadores nacionais reformados, classe 15 kV e potência 75 kVA mostrado na figura 12. Entretanto, para um carregamento elevado, cerca de 70%, as perdas dos equipamentos nacionais podem ser consideradas adequadas, pois apresentam valores em torno de 2% a 3%, apresentando um comportamento, em sua grande maioria, dentro dos limites estabelecidos pelo padrão europeu.

3.2.3. Padrão do México ou NOM

A Secretaria de Energia do México publicou em Julho de 1999 a Norma Oficial Mexicana – NOM – 002 – SEDE – 1999, “Requisitos de segurança e eficiência energética para transformadores de distribuição”, onde a mesma apresenta especificações referente a perdas máximas em transformadores de distribuição. Na Tabela 9 pode ser visto essas especificações, onde a mesma se refere a transformadores com classes de tensões 15 kV e 24,2 kV para os tipos de instalações monofásicas e trifásicas.

Realizou-se a comparação entre a NOM e o padrão Brasil. As Figuras de 17 a 20 ilustram algumas das curvas que foram geradas para realizar a comparação, onde as mesmas se apresentam sobrepostas. Elas relacionam os transformadores de fabricação nacional, novos e reformados, de potência igual a 10 kVA e classe de tensão 15 kV com a NOM referente a 10 kVA, e os transformadores nacionais, novos e reformados, de potência igual a 75 kVA e classe de tensão 24,2 kV com a NOM referente a 75KVA.

As figuras com as demais comparações de curvas de perdas entre os transformadores de fabricação nacional e a NOM estão nos anexos B, C, D e E.

Tabela - Perdas em vazio e totais máximas permitidas pela NOM

Tipo de alimentação
Potência [kVA]
Classe de isolamento

Até 15 kV

Até 25 kV

Perdas em vazio [W]

Perdas totais [W]

Perdas em vazio [W]

Perdas totais [W]

1 ϕ

5

36

128

45

133

10

61

230

71

235

15

80

341

93

322

25

110

471

123

484

37,5

139

629

157

668

50

166

761

190

813

75

238
1065
270
1142

100
292
1317
335
1471

167
439
2028
530
2371
3 ϕ
15
108
385
133
400

30
173
675
206
706

45
218
978
259
965

75
316
1414
374
1492

112,5
439
2004
501
2120

150
573
2517
627
2672

225
934
3542
1005
3775

As Figuras 17 e 18 são referentes a transformadores monofásicos de potência 10 kVA e classe 15 kV.

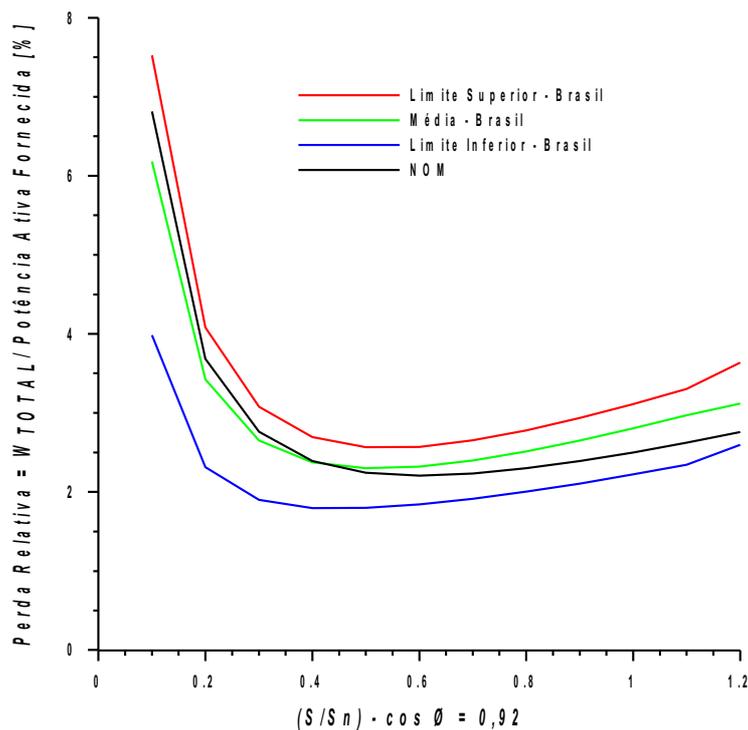


Figura - Comparação das perdas referentes a transformadores nacionais, novos, e a NOM-002-SEDE-1999 (México).

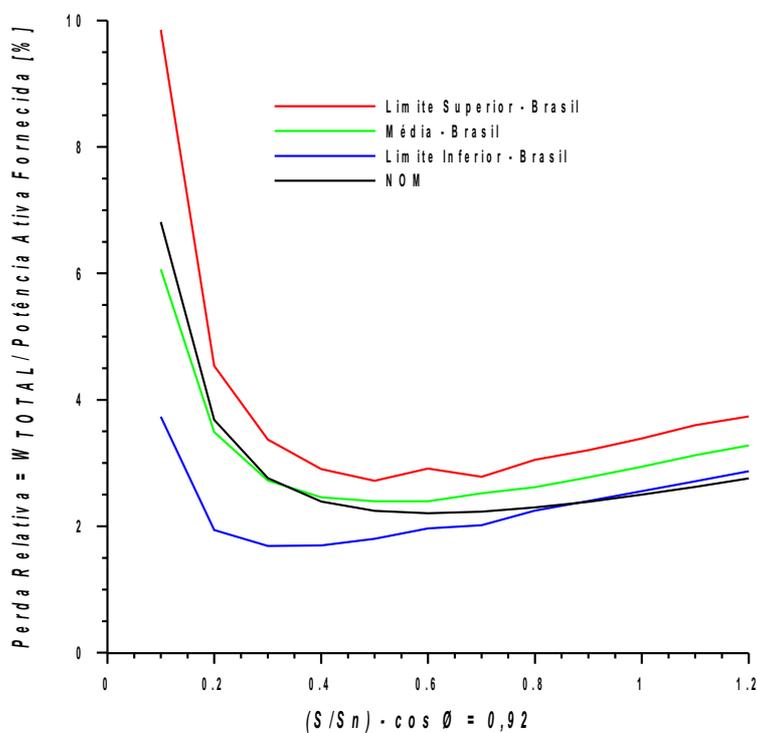


Figura - Comparação das perdas referentes a transformadores nacionais, reformados, e a NOM-002-SEDE-1999 (México).

As Figuras 19 e 20 são referentes a transformadores trifásicos de potência 75 kVA e classe 24,2 kV.

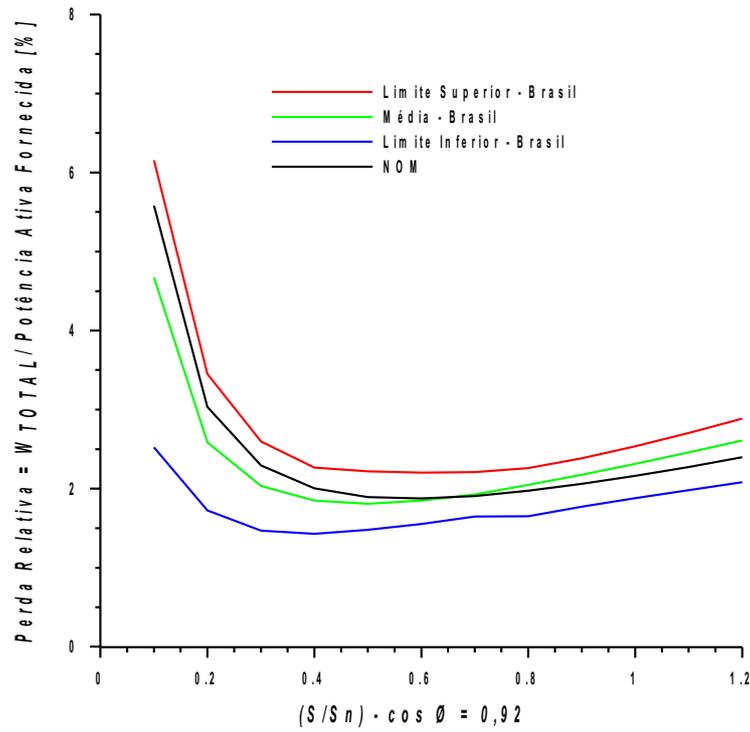


Figura - Comparação das perdas referentes a transformadores nacionais, novos, e a NOM-002-SEDE-1999 (México).

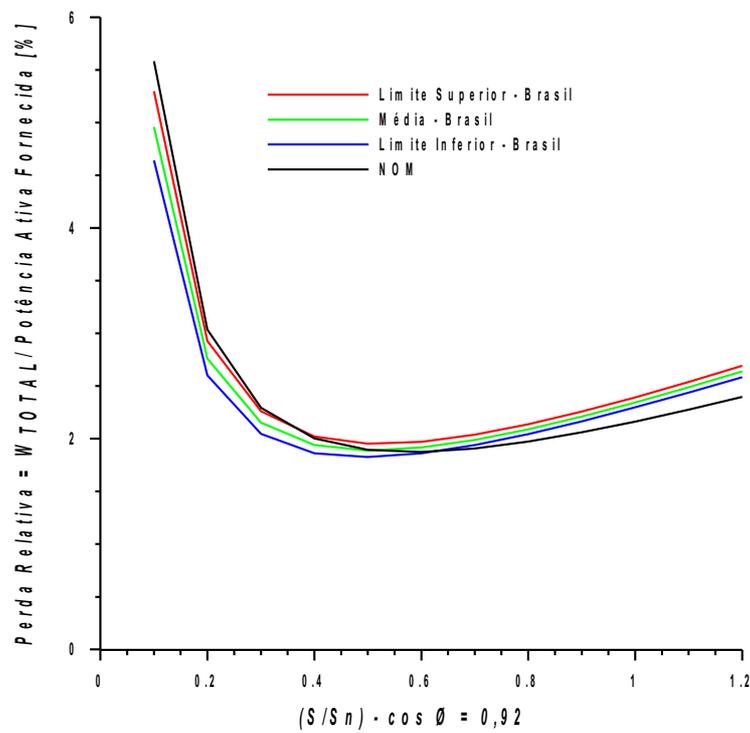


Figura - Comparação das perdas referentes a transformadores nacionais, reformados, e a NOM-002-SEDE-1999 (México).

De um modo geral, verificou-se na comparação das perdas entre os transformadores de fabricação nacional, novos e reformados, e o padrão mexicano (NOM-002-SEDE-1999), que os limites das perdas especificados pelo padrão mexicano mostraram-se mais rigorosos que o padrão nacional (ABNT) quando se trata de perdas em carga, porém, as especificações referentes às perdas a vazio são muito próximas aos limites estabelecidos pela ABNT, logo, os transformadores ensaiados no LAT-UNIFEI apresentaram conformidade com a norma mexicana referente a perdas a vazio, mas ficaram fora dos limites quando referidos a perdas em carga.

Pode-se então concluir, baseado nos dados analisados, que os transformadores de fabricação nacional e o padrão mexicano apresentam perfis opostos referente às perdas, onde o perfil dos transformadores nacionais apresenta maiores reduções para as perdas a vazio e o perfil do padrão mexicano apresenta maiores reduções para perdas em carga, verificando, com isso, preocupações diferentes entre os fabricantes e reformadores de transformadores de distribuição do Brasil e do México.

3.2.4. Padrão China

A comparação das perdas realizadas entre o padrão China e o padrão Brasil, foi realizada através dos resultados dos ensaios realizados nos transformadores de distribuição no LAT-UNIFEI e os limites especificados na Norma Nacional da China - GB/T 6451 – 1999. As curvas das perdas totais relativas, em função do carregamento, foram obtidas de modo análogo ao do padrão nacional (ABNT). Os limites das perdas especificados pelo padrão China (GB/T 6451 – 1999) podem ser vistos na Tabela 10, onde a mesma foi utilizada para as classes de tensões de 15 kV e 24,2 kV para transformadores com tipo de instalações monofásicas e trifásicas.

Como os fabricantes de transformadores de distribuição do Brasil e da China trabalham com equipamentos que apresentam potências divergentes entre os dois países, foi necessário fazer relações, de acordo com a potência dos transformadores, para que as comparações entre as perdas dos mesmos fossem realizadas da melhor forma. As comparações foram divididas de acordo com o tipo de instalação da seguinte maneira:

Transformadores Monofásicos

Transformador 10 kVA padrão Brasil x Transformador 10 kVA padrão China;

Transformador 15 kVA padrão Brasil x Transformador 16 kVA padrão China;

Transformador 25 kVA padrão Brasil x Transformador 30 kVA padrão China;
Transformador 37,5 kVA padrão Brasil x Transformador 30 kVA padrão China;
Transformador 50 kVA padrão Brasil x Transformador 50 kVA padrão China;
Transformador 100 kVA padrão Brasil x Transformador 100 kVA padrão China.

□ Transformadores trifásicos

Transformador 15 kVA padrão Brasil x Transformador 30 kVA padrão China;
Transformador 30 kVA padrão Brasil x Transformador 30 kVA padrão China;
Transformador 45 kVA padrão Brasil x Transformador 50 kVA padrão China;
Transformador 75 kVA padrão Brasil x Transformador 80 kVA padrão China;
Transformador 112,5 kVA padrão Brasil x Transformador 100 kVA padrão China;
Transformador 150 kVA padrão Brasil x Transformador 160 kVA padrão China;
Transformador 225 kVA padrão Brasil x Transformador 250 kVA padrão China.

As Figuras de 21 a 24 ilustram algumas das curvas que foram geradas para realizar a comparação entre o padrão China e o padrão Brasil, as mesmas se apresentam sobrepostas. Elas relacionam os transformadores de fabricação nacional, novos e reformados, de potência igual a 10 kVA e classe de tensão 24,2 kV, para instalação monofásica, com a GB/T 6451 – 1999 (China) referente a 10 kVA e os transformadores nacionais, novos e reformados, de potência igual a 45 kVA e classe de tensão 24,2 kV, para instalações trifásicas, com a GB/T 6451 – 1999 (China) referente a 75 kVA.

As figuras com as demais comparações de curvas de perdas entre o padrão China e o padrão Brasil estão nos anexos B, C, D e E.

Tabela - Valores garantidos de perdas de acordo com a Norma Nacional da China - GB/T 6451 – 1999 para transformadores de distribuição monofásicos e trifásicos.

Tipo de instalação
Potência [kVA]
Perdas em vazio [W]
Perdas em carga [W]
1 ϕ
10
55
260
16
65
365
30

100
625

50
150
950

100
240
1650
3 ϕ
30
130
600

50
170
870

80
250
1250

100
290
1500

160
400
2200

250
560
3050

As Figuras 21 e 22 são referentes a transformadores monofásicos de potência 10 kVA e classe 24,2 kV.

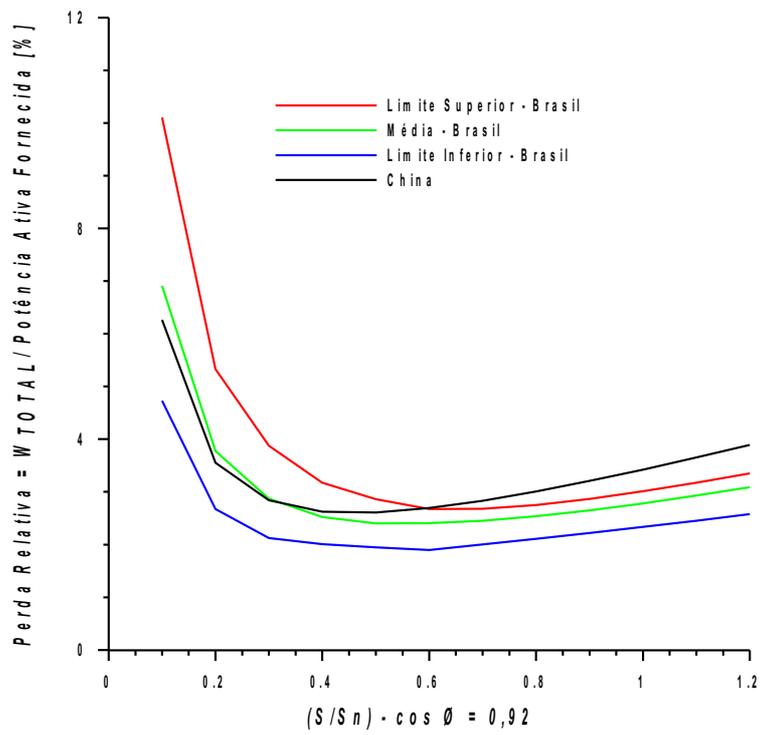


Figura - Curvas comparativas das perdas referentes a transformadores nacionais, novos, e a GB/T – 6451 – 1999 (China).

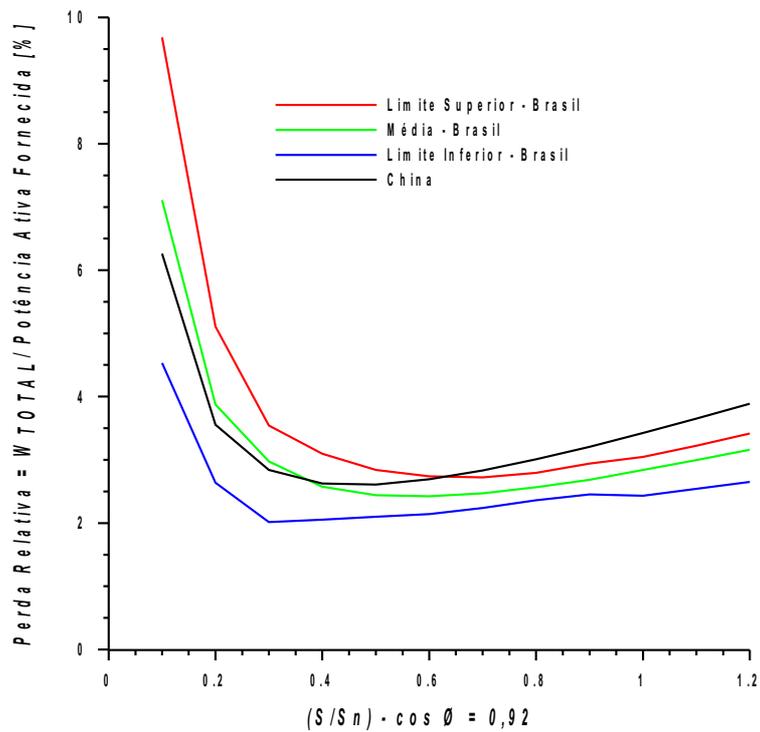


Figura - Curvas comparativas das perdas referentes a transformadores nacionais, reformados, e a GB/T – 6451 – 1999 (China).

As Figuras 23 e 24 apresentam as comparações das perdas entre o padrão China de 50 kVA e o padrão Brasil de 45 kVA, ambos trifásicos e classe 24,2 kV.

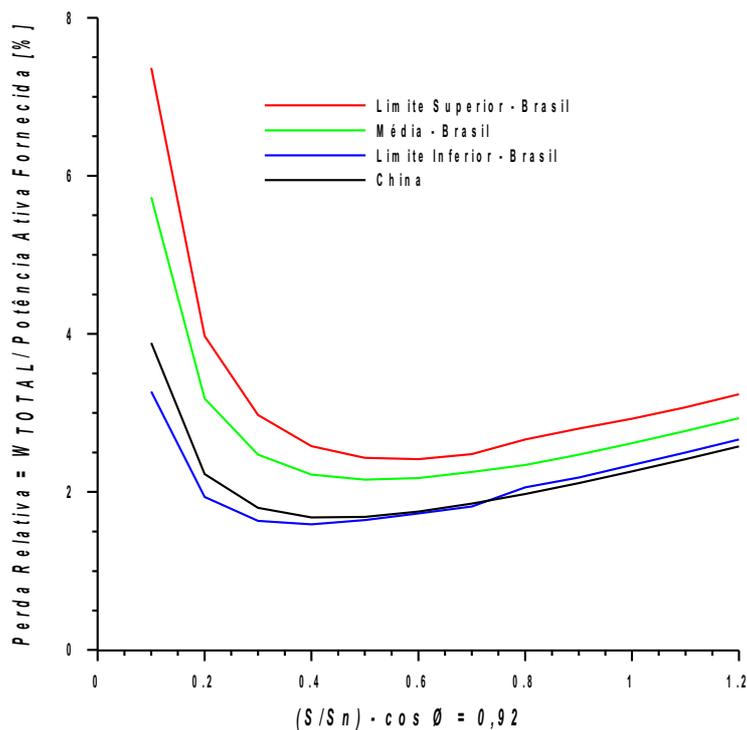


Figura - Curvas comparativas das perdas referentes a transformadores nacionais, novos, e a GB/T – 6451 – 1999 (China).

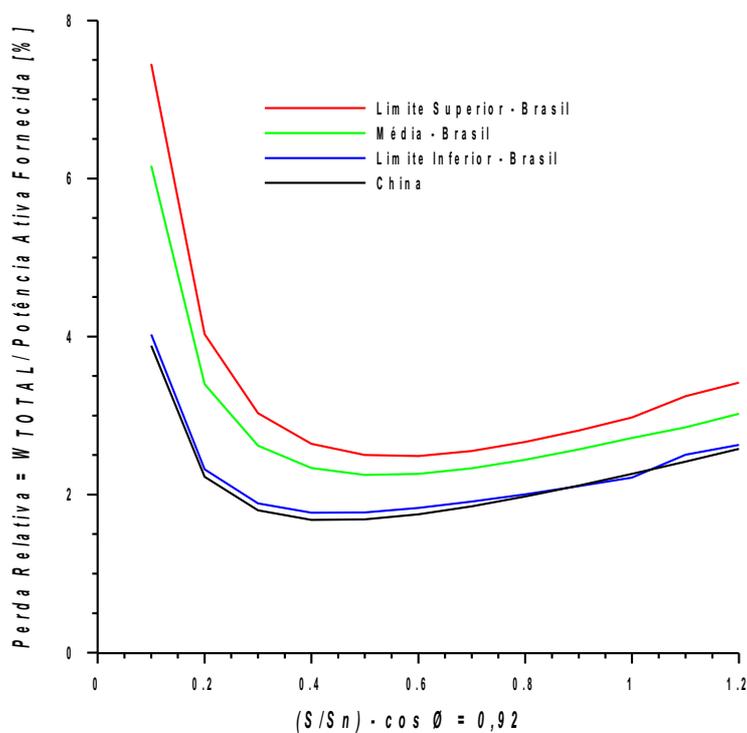


Figura - Curvas comparativas das perdas referentes a transformadores nacionais, novos, e a GB/T – 6451 – 1999 (China).

Após a análise realizada, por meio de tabelas e gráficos, na comparação entre os transformadores de fabricação nacional e a norma GB/T – 6451 – 1999 (China), verificou-se que a mesma apresenta, para os transformadores monofásicos, um perfil de perdas mais rigoroso, porém próximos aos estabelecidos pela ABNT, quando se trata de perdas a vazio. Todavia, quando se trata de transformadores trifásicos percebe-se que os limites de perdas são bem menores que os especificados pela ABNT, logo, verificou-se que os transformadores de distribuição, novos e reformados, ensaiados no LAT-UNIFEI apresentaram um perfil de perdas próximos aos estabelecidos pela GB/T – 6451 – 1999 (China) quando se refere a perdas a vazio e um melhor perfil de perdas referentes a perdas em carga, tal comportamento é notado para os transformadores monofásicos. Entretanto, para os transformadores trifásicos ensaiados no LAT-UNIFEI, verificou-se em todo o carregamento perdas bem maiores que as especificadas pelo padrão da China.

De acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que os transformadores de distribuição fabricados no Brasil apresentam perfil de perdas próximo ao perfil dos transformadores fabricados na China, quando se refere a transformadores monofásicos. Porém, apresentam perfil de perdas superior quando se refere a transformadores trifásicos, logo, evidencia-se que os fabricantes de transformadores da China apresentam maior compromisso na redução de perdas com os transformadores trifásicos, resultando na liberação de capacidade energética do sistema de transmissão e distribuição.

4. CONCLUSÃO

À Análise do Padrão de Transformadores de Distribuição Brasileiros e sua Adequação aos Limites de Perdas é de grande valia para o Curso de Engenharia Elétrica, pois além de consolidar os conceitos relacionados a transformadores de média tensão, ela permite conhecer o perfil de perdas dos transformadores em uso no sistema de distribuição, possibilitando fornecer indicativos para a utilização eficiente da energia elétrica.

O estudo foi realizado no período de Março a Julho de 2009, com dados resultantes dos ensaios de curto-circuito e em vazio realizados em transformadores desde 2001, no Laboratório de Alta Tensão da Universidade Federal de Itajubá (LAT-UNIFEI), localizado na cidade de Itajubá no estado de Minas Gerais. No estudo realizado, obtiveram-se resultados que permitiram ao autor apresentar as seguintes conclusões.

No que diz respeito a ABNT, notou-se que os transformadores de distribuição fabricados no Brasil, tanto novos quanto reformados, operam com perdas em vazio muito próximas ao especificado em norma. As perdas podem ser reduzidas utilizando-se chapas de grão orientado de maior rendimento ou material amorfo, uma melhor seleção na espessura e no material isolante das lâminas também são maneiras de minimizá-las.

Em relação às perdas totais, verificou-se uma situação mais crítica que as perdas em vazio, pois muitas unidades de transformadores apresentaram valores acima do estabelecido em norma. O aumento da seção do condutor ou a utilização de material supercondutor seriam alterações realizadas nos enrolamentos do transformador que resultariam na diminuição da resistência da bobina, implicando em menores perdas.

Na comparação entre os transformadores fabricados no Brasil e as normas européia, mexicana e chinesa, verificou-se, referente às perdas em vazio, que as normas européia (HD 428) e chinesa (GB/T 6451) estabelecem valores abaixo do padrão nacional, logo, os transformadores fabricados no Brasil não ficaram de acordo com tais normas. Entretanto, em relação à norma mexicana (NOM-002-SEDE-1999) tal adequação foi verificada.

Referente às perdas em carga, verificou-se que houve adequação dos transformadores fabricados no Brasil com a norma da Europa (HD 428) e com a norma chinesa (GB/T 6451), sendo que para a norma chinesa a adequação só foi verificada para os transformadores monofásicos.

Por fim, o presente trabalho de conclusão de curso referente ao projeto de Engenharia Elétrica apresentou-se de grande importância, pois permitiu verificar o perfil de perdas dos transformadores de distribuição fabricados no Brasil e compará-lo com normas vigentes,

conhecendo assim os indicativos que permitem uma forma eficiente de operação para os mesmos. Para o autor também foi de grande valia, pois irá iniciar o mestrado, vindo o presente trabalho a ser continuado de modo a contribuir com o uso eficiente da energia elétrica.

BIBLIOGRAFIA

- Cardoso, B. P. *Eficiência de Transformadores de Média Tensão*. Itajubá. (2005).
- Energy, L. *Global Energy Savings Potencial from Hight Efficiency Distribution Transoformers* . European Copper Institute. (October 2004).
- Martignoni, A. *TRANSFORMADORES*. São Paulo: Globo. (1969).
- NBR5380. *Transformador de Potência - Método de Ensaio*. Rio de Janeiro. (1993).
- NBR5440. *Transformadores para redes aéreas de distribuição - Padronização*. Rio de Janeiro. (1999).
- Picanço, A. F. *Avaliação Econômica de Transformadores de Distribuição com Base no Carregamento e Eficiência Energética*. Itajubá. (2006).
- RIES, W. *TRANSFORMADORES, Fundamentos para o Projeto e Cálculo*. Porto Alegre: EDIPUCRS. (2007).

ANEXO A – Tabelas referentes à comparação entre o Padrão Brasil e a ABNT.

Resultados dos ensaios de curto-circuito e a vazio nos transformadores de distribuição realizados no LAT-UNIFEI

Tabela - Perdas de transformadores monofásicos novos-15 kV/10 kVA

**Potência [kVA]
Perdas em Vazio [w]
Perdas Totais [w]**

LAT
ABNT
[%]
LAT
ABNT
[%]
10
66,0
60,0
110,0
249,0
260,0
95,8
54,0
60,0
90,0
270,0
260,0
103,8
50,0
60,0
83,3
273,0
260,0
105,0
56,0
60,0
93,3
251,0
260,0
96,5
61,0
60,0
101,7
267,0

260,0
102,7

58,0
60,0
96,7
254,0
260,0
97,7

51,0
60,0
85,0
257,0
260,0
98,8

59,5
60,0
99,2
272,7
260,0
104,9

45,0
60,0
75,0
237,0
260,0
91,2

43,0
60,0
71,7
234,0
260,0
90,0

58,0
60,0
96,7
280,0
260,0
107,7

48,0
60,0
80,0
221,0
260,0
85,0

Média

54,1

90,2
255,5

98,3
Desvio Padrão
6,9

11,5
18,1

7,0

Tabela - Perdas nos transformadores monofásicos novos - 15 kV/15 kVA

Potência [kVA]
Perdas em Vazio [w]
Perdas Totais [w]

LAT
ABNT

[%]

LAT
ABNT

[%]

15

67,0

85,0

78,8

328,0

355,0

92,4

74,0

85,0

87,1

354,0

355,0

99,7

77,0

85,0

90,6

369,0

355,0

103,9

68,0

85,0

80,0

368,0

355,0
103,7

74,0
85,0
87,1
344,0
355,0
96,9

75,0
85,0
88,2
351,0
355,0
98,9

74,0
85,0
87,1
354,0
355,0
99,7

77,0
85,0
90,6
350,0
355,0
98,6

89,0
85,0
104,7
378,0
355,0
106,5

85,0
85,0
100,0
356,0
355,0
100,3

Média
76,0

89,4
355,2

100,1
Desvio Padrão

6,7

7,9

14,1

4,0

Tabela - Perdas nos transformadores monofásicos novos - 15 kV/25kVA

**Potência [kVA]
Perdas em Vazio [w]
Perdas Totais [w]**

**LAT
ABNT**

[%]

**LAT
ABNT**

[%]

25

96,0

120,0

80,0

511,0

520,0

98,3

115,0

120,0

95,8

527,0

520,0

101,3

102,0

120,0

85,0

509,0

520,0

97,9

Média

104,3

86,9

515,7

99,2

Desvio Padrão

9,7

8,1

9,9

1,9

Tabela - Perdas nos transformadores monofásicos novos - 15 kV/50kVA

Potência [kVA]
Perdas em Vazio [w]
Perdas Totais [w]

LAT
ABNT
[%]
LAT
ABNT
[%]
50
164,0
190,0
86,3
884,0
830,0
106,5

164,0
190,0
86,3
847,0
830,0
102,0

164,0
190,0
86,3
865,5
830,0
104,3

Média
164,0

86,3
865,5

104,3
Desvio Padrão
0,0

0,0
18,5

2,3

Tabela - Perdas dos transformadores monofásicos reformados - 15 kV/10 kVA

Potência [kVA]
Perdas em Vazio [w]
Perdas Totais [w]

LAT
ABNT
[%]
LAT
ABNT
[%]

10

50,0
60,0
83,3
267,0
260,0
102,7

70,0
60,0
116,7
269,0
260,0
103,5

60,0
60,0
100,0
268,0
260,0
103,1

39,0
60,0
65,0
253,0
260,0
97,3

54,0
60,0
90,0
299,0
260,0
115,0

Média
54,6

91,0
271,2

104,3
Desvio Padrão
11,5

19,2

16,9

6,5

Tabela - Perdas dos transformadores monofásicos reformados - 15 kV/15 kVA

Potência [kVA]
Perdas em Vazio [w]
Perdas Totais [w]

LAT
ABNT

[%]

LAT
ABNT

[%]

15

67,0

85,0

78,8

335,0

355,0

94,4

71,0

85,0

83,5

362,0

355,0

102,0

Média

69,0

81,2

348,5

98,2

Desvio Padrão

2,8

3,3

19,1

5,4

Tabela - Perdas dos transformadores monofásicos reformados - 15 kV/25kVA

Potência [kVA]
Perdas em Vazio [w]
Perdas Totais [w]

LAT
ABNT
[%]
LAT
ABNT
[%]
25

107,0
120,0
89,2
501,0
520,0
96,3

106,0
120,0
88,3
501,0
520,0
96,3

57,0
120,0
47,5
391,0
520,0
75,2

129,0
120,0
107,5
568,0
520,0
109,2

99,7
120,0
83,1
490,2
520,0
94,3

Média
99,7

83,1
490,2

94,3

Desvio Padrão

26,3

21,9

63,5

12,2

Tabela - Perdas dos transformadores monofásicos reformados - 15 kV/37,5kVA

**Potência [kVA]
Perdas em Vazio [w]
Perdas Totais [w]**

LAT

ABNT

[%]

LAT

ABNT

[%]

37,5

267,0

160,0

166,9

821,0

700,0

117,3

143,0

160,0

89,4

675,0

700,0

96,4

160,0

160,0

100,0

780,0

700,0

111,4

149,0

160,0

93,1

659,0

700,0

94,1

179,7

160,0

112,3

733,7

700,0

104,8

Média

179,7

112,3

733,7

104,8

Desvio Padrão

50,7

31,7

68,5

9,8

Tabela - Perdas dos transformadores monofásicos reformados - 15 kV/50kVA

Potência [kVA]
Perdas em Vazio [w]
Perdas Totais [w]

LAT
ABNT
[%]
LAT
ABNT
[%]
50

175,0
190,0
92,1
841,0
830,0
101,3

182,0
190,0
95,8
897,0
830,0
108,1

178,5
190,0
93,9
869,0
830,0
104,7

Média
178,5

93,9
869,0

104,7

Desvio Padrão
3,5

1,9
28,0

3,4

Tabelas referentes aos transformadores trifásicos, classe 15 kV pertencentes ao grupo de transformadores novos

Tabela - Perdas dos transformadores trifásicos novos - 15 kV/30kVA

Potência [kVA]
Perdas em Vazio [w]
Perdas Totais [w]

LAT
ABNT
[%]
LAT
ABNT
[%]
30
187,0
170,0
110,0
639,0
740,0
86,4

161,0
170,0
94,7
775,0
740,0
104,7

156,0
170,0
91,8
674,0
740,0
91,1

157,0
170,0
92,4
739,0
740,0
99,9

165,2
170,0
97,2
706,7
740,0
95,5
Média
165,2

97,2
706,7

95,5

Desvio Padrão

12,7

7,5

53,3

7,2

Tabela - Perdas dos transformadores trifásicos novos - 15 kV/45kVA

**Potência [kVA]
Perdas em Vazio [w]
Perdas Totais [w]**

LAT

ABNT

[%]

LAT

ABNT

[%]

45

227,0

220,0

103,2

1078,0

1000,0

107,8

253,0

220,0

115,0

970,0

1000,0

97,0

225,0

220,0

102,3

1024,0

1000,0

102,4

221,0

220,0

100,5

1017,0

1000,0

101,7

205,0

220,0

93,2

964,0
1000,0
96,4

167,0
220,0
75,9
947,0
1000,0
94,7

193,0
220,0
87,7
1008,0
1000,0
100,8

213,0
220,0
96,8
1001,1
1000,0
100,1

225,0
220,0
102,3
1024,0
1000,0
102,4

182,0
220,0
82,7
971,0
1000,0
97,1

268,0
220,0
121,8
1084,0
1000,0
108,4

268,0
220,0
121,8
1033,0
1000,0
103,3

187,0
220,0
85,0
976,0
1000,0
97,6
Média
218,0

99,1
1007,5

100,7
Desvio Padrão
31,7

14,4
42,3

4,2

Tabela - Perdas dos transformadores trifásicos novos - 15 kV/75kVA
Potência [kVA]
Perdas em Vazio [w]
Perdas Totais [w]

LAT
ABNT
[%]
LAT
ABNT
[%]
75
285,0
330,0
86,4
1516,0
1470,0
103,1

363,0
330,0
110,0
1537,0
1470,0
104,6

324,0
330,0
98,2
1526,5
1470,0
103,8

318,0
330,0
96,4
1473,0
1470,0
100,2

262,0
330,0
79,4
1299,0
1470,0
88,4

268,0
330,0
81,2
1322,0
1470,0
89,9

266,0
330,0
80,6
1392,0
1470,0
94,7

327,0
330,0
99,1
1483,0
1470,0
100,9

200,0
330,0
60,6
1512,0
1470,0
102,9

241,0
330,0

73,0
1280,0
1470,0
87,1

241,0
330,0
73,0
1277,0
1470,0
86,9

241,0
330,0
73,0
1320,0
1470,0
89,8

323,0
330,0
97,9
1502,0
1470,0
102,2

317,0
330,0
96,1
1445,0
1470,0
98,3

318,0
330,0
96,4
1443,0
1470,0
98,2

279,0
330,0
84,5
1520,0
1470,0
103,4

290,0
330,0
87,9
1254,0
1470,0

85,3

210,0

330,0

63,6

999,0

1470,0

68,0

Média

281,8

85,4

1394,5

94,9

Desvio Padrão

44,5

13,5

140,5

9,6

Tabela - Perdas dos transformadores trifásicos novos - 15 kV/112,5kVA

**Potência [kVA]
Perdas em Vazio [w]
Perdas Totais [w]**

LAT

ABNT

[%]

LAT

ABNT

[%]

112,5

278,0

440,0

63,2

1434,0

1990,0

72,1

441,0

440,0

100,2

1090,0

1990,0

54,8

359,5

440,0

81,7
1762,0
1990,0
88,5

397,0
440,0
90,2
1856,0
1990,0
93,3

411,0
440,0
93,4
1934,0
1990,0
97,2

369,0
440,0
83,9
1943,0
1990,0
97,6

Média
375,9

85,4
1669,8

83,9
Desvio Padrão
56,2

12,8
340,4

17,1

Tabela - Perdas dos transformadores trifásicos novos - 15 kV/150kVA
Potência [kVA]
Perdas em Vazio [w]
Perdas Totais [w]

LAT
ABNT
[%]
LAT
ABNT
[%]
150
423,0
540,0
78,3
2261,0
2450,0
92,3
Média
423,0

78,3
2261,0

92,3

Tabelas referentes aos transformadores trifásicos, classe 15 kV pertencentes ao grupo de transformadores reformados

Tabela - Perdas dos transformadores trifásicos reformados - 15 kV/30kVA

Potência [kVA]
Perdas em Vazio [w]
Perdas Totais [w]

LAT
ABNT
[%]
LAT
ABNT
[%]
30

142,0
170,0
83,5
707,0
740,0
95,5

164,0
170,0
96,5
704,0
740,0
95,1

154,0
170,0
90,6
744,0
740,0
100,5

153,3
170,0
90,2
718,3
740,0
97,1

161,0
170,0
94,7
787,0
740,0
106,4

166,0
170,0
97,6
697,0
740,0
94,2

160,0
170,0
94,1
780,0
740,0
105,4

131,0
170,0
77,1
732,0
740,0
98,9
Média
153,9

90,5
733,7

99,1
Desvio Padrão
12,0

7,0
34,4

4,6

Tabela - Perdas dos transformadores trifásicos reformados - 15 kV/45kVA

Potência [kVA]
Perdas em Vazio [w]
Perdas Totais [w]

LAT
ABNT
[%]
LAT
ABNT
[%]
45

212,0
220,0
96,4
1000,0
1000,0
100,0

221,0
220,0
100,5

1017,0
1000,0
101,7

267,0
220,0
121,4
1046,0
1000,0
104,6

248,0
220,0
112,7
1038,0
1000,0
103,8

171,0
220,0
77,7
790,0
1000,0
79,0

Média
223,8

101,7
978,2

97,8
Desvio Padrão
36,7

16,7
106,7

10,7

Tabela - Perdas dos transformadores trifásicos reformados - 15 kV/75kVA

**Potência [kVA]
Perdas em Vazio [w]
Perdas Totais [w]**

LAT
ABNT
[%]
LAT
ABNT
[%]
75
342,0
330,0
103,6
1638,0
1470,0
111,4
183,0
330,0
55,5
1620,0
1470,0
110,2
262,5
330,0
79,5
1629,0
1470,0
110,8
433,0
330,0
131,2
1664,0
1470,0
113,2
359,0
330,0
108,8
1546,0
1470,0
105,2
Média
315,9
95,7
1619,4

110,2
Desvio Padrão
95,9

29,1
44,2

3,0

Tabela - Perdas dos transformadores trifásicos reformados - 15 kV/112,5kVA

Potência [kVA]
Perdas em Vazio [w]
Perdas Totais [w]

LAT
ABNT
[%]
LAT
ABNT
[%]
112,5
457,0
440,0
103,9
2259,0
1990,0
113,5

494,0
440,0
112,3
2425,0
1990,0
121,9

475,5
440,0
108,1
2342,0
1990,0
117,7

436,0
440,0
99,1
3066,0
1990,0
154,1

537,0
440,0
122,0
2113,0
1990,0
106,2

367,0
440,0
83,4
2057,0
1990,0
103,4

Média

461,1

104,8

2377,0

119,4

Desvio Padrão

57,5

13,1

364,5

18,3

Tabela - Perdas dos transformadores trifásicos reformados - 15 kV/150kVA

**Potência [kVA]
Perdas em Vazio [w]
Perdas Totais [w]**

LAT

ABNT

[%]

LAT

ABNT

[%]

150

656,0

540,0

121,5

3435,0

2450,0

140,2

531,0

540,0

98,3

3327,0

2450,0

135,8

1012,0

540,0

187,4

3132,0

2450,0

127,8

454,0

540,0

84,1

2583,0
2450,0
105,4
Média
663,3

122,8
3119,3

127,3
Desvio Padrão
247,0

45,7
378,9

15,5

Tabela - Perdas dos transformadores trifásicos reformados - 15 kV/225kVA
Potência [kVA]
Perdas em Vazio [w]
Perdas Totais [w]

LAT
ABNT
[%]
LAT
ABNT
[%]
225
588,0
765,0
76,9
4443,0
3465,0
128,2
Média
588,0

76,9
4443,0

128,2

Tabelas referentes aos transformadores monofásicos, classe 25 kV pertencentes ao grupo de transformadores novos

Tabela - Perdas dos transformadores monofásicos novos - 25kV/10 kVA

**Potência [kVA]
Perdas em Vazio [w]
Perdas Totais [w]**

**LAT
ABNT
[%]**

**LAT
ABNT
[%]**

10

87,0

70,0

124,3

302,0

285,0

106,0

83,0

70,0

118,6

246,0

285,0

86,3

80,0

70,0

114,3

255,0

285,0

89,5

58,0

70,0

82,9

235,0

285,0

82,5

57,0

70,0

81,4

264,0

285,0

92,6

72,0

70,0

102,9
274,0
285,0
96,1

63,0
70,0
90,0
316,0
285,0
110,9

52,0
70,0
74,3
258,0
285,0
90,5

63,0
70,0
90,0
261,0
285,0
91,6

66,0
70,0
94,3
237,0
285,0
83,2

68,1
70,0
97,3
264,8
285,0
92,9

48,0
70,0
68,6
231,0
285,0
81,1

51,0
70,0
72,9
234,0
285,0

82,1

68,0

70,0

97,1

266,0

285,0

93,3

61,0

70,0

87,1

265,0

285,0

93,0

58,0

70,0

82,9

264,0

285,0

92,6

58

70,0

82,9

245

285,0

86,0

60,0

70,0

85,7

262,0

285,0

91,9

Média

64,1

91,5

260,0

91,2

Desvio Padrão

10,8

15,5

22,1

7,8

Tabela - Perdas dos transformadores monofásicos novos - 25kV/15 kVA

**Potência [kVA]
Perdas em Vazio [w]
Perdas Totais [w]**

**LAT
ABNT
[%]
LAT
ABNT
[%]
15**

80,0
90,0
88,9
404,0
395,0
102,3

87,0
90,0
96,7
413,0
395,0
104,6

87,0
90,0
96,7
392,0
395,0
99,2

77,0
90,0
85,6
357,0
395,0
90,4

82,0
90,0
91,1
397,0
395,0
100,5

91,0
90,0
101,1
391,0
395,0

99,0

83,0

90,0

92,2

345,0

395,0

87,3

77,0

90,0

85,6

360,0

395,0

91,1

71,0

90,0

78,9

368,0

395,0

93,2

81,7

90,0

90,8

380,8

395,0

96,4

77,0

90,0

85,6

357,0

395,0

90,4

66,0

90,0

73,3

338,0

395,0

85,6

97,0

90,0

107,8

403,0

395,0

102,0

89,0

90,0
98,9
383,0
395,0
97,0

89,0
90,0
98,9
391,0
395,0
99,0

Média
82,3

91,5
378,7

95,9
Desvio Padrão
8,1

9,0
23,1

5,8

Tabela - Perdas dos transformadores monofásicos novos - 25kV/100kVA

Potência [kVA]
Perdas em Vazio [w]
Perdas Totais [w]

LAT
ABNT
[%]
LAT
ABNT
[%]

100
182,0
300,0
60,7
1342,0
1550,0
86,6

184,0
300,0
61,3
1349,0
1550,0

87,0

219,0

300,0

73,0

1371,0

1550,0

88,4

230,0

300,0

76,7

1365,0

1550,0

88,1

203,7

300,0

67,9

1356,7

1550,0

87,5

Média

203,7

300,0

67,9

1356,7

1550,0

87,5

Desvio Padrão

21,1

0,0

7,1

11,7

0,0

0,7

Tabelas referentes aos transformadores monofásicos, classe 25 kV pertencentes ao grupo de transformadores reformados

Tabela - Perdas dos transformadores monofásicos reformados - 25kV/10 kVA

**Potência [kVA]
Perdas em Vazio [w]
Perdas Totais [w]**

**LAT
ABNT
[%]**

**LAT
ABNT
[%]**

10

71,0

70,0

101,4

247,0

285,0

86,7

59,0

70,0

84,3

256,0

285,0

89,8

54,0

70,0

77,1

272,0

285,0

95,4

78,0

70,0

111,4

264,0

285,0

92,6

61,0

70,0

87,1

269,0

285,0

94,4

68,2

70,0

97,4
276,8
285,0
97,1
75,0
70,0
107,1
246,0
285,0
86,3
69,0
70,0
98,6
245,0
285,0
86,0
50,0
70,0
71,4
264,0
285,0
92,6
49,0
70,0
70,0
258,0
285,0
90,5
Média
63,4
90,6
259,8
91,1
Desvio Padrão
10,3
14,8
11,3
4,0

Tabela - Perdas dos transformadores monofásicos reformados - 25kV/15 kVA

Potência [kVA]
Perdas em Vazio [w]
Perdas Totais [w]

LAT
ABNT
[%]
LAT
ABNT
[%]
15

107,0
90,0
118,9
522,0
395,0
132,1

73
90,0
81,1
381
395,0
96,5

Média
90,0

100,0
451,5

114,3
Desvio Padrão
24,0

26,7
99,7

25,2

Tabelas referentes aos transformadores trifásicos, classe 25 kV pertencentes ao grupo de transformadores novos

Tabela - Perdas dos transformadores trifásicos novos - 25kV/30kVA

**Potência [kVA]
Perdas em Vazio [w]
Perdas Totais [w]**

**LAT
ABNT
[%]**

**LAT
ABNT
[%]**

30

150,0

180,0

83,3

739,0

825,0

89,6

234,0

180,0

130,0

848,0

825,0

102,8

168,0

180,0

93,3

837,0

825,0

101,5

177,0

180,0

98,3

693,0

825,0

84,0

182,2

180,0

101,2

779,2

825,0

94,4

117,0

180,0

65,0

757,0

825,0

91,8

Média

171,4

95,2

775,5

94,0

Desvio Padrão

38,7

21,5

59,2

7,2

Tabela - Perdas dos transformadores trifásicos novos - 25kV/45kVA

Potência [kVA]

Perdas em Vazio [w]

Perdas Totais [w]

LAT

ABNT

[%]

LAT

ABNT

[%]

45

160,0

250,0

64,0

1049,0

1120,0

93,7

152,0

250,0

60,8

742,0

1120,0

66,3

245,0

250,0

98,0
1112,0
1120,0
99,3

294,0
250,0
117,6
1212,0
1120,0
108,2

235,0
250,0
94,0
1204,0
1120,0
107,5

230,0
250,0
92,0
1092,0
1120,0
97,5

219,3
250,0
87,7
1068,5
1120,0
95,4

245,0
250,0
98,0
1112,0
1120,0
99,3

182,0
250,0
72,8
1045,0
1120,0
93,3

182,0
250,0
72,8
1007,0
1120,0

89,9

279,0

250,0

111,6

1092,0

1120,0

97,5

271,0

250,0

108,4

1090,0

1120,0

97,3

Média

224,5

89,8

1068,8

95,4

Desvio Padrão

46,7

18,7

118,9

10,6

Tabela - Perdas dos transformadores trifásicos novos - 25kV/75kVA

**Potência [kVA]
Perdas em Vazio [w]
Perdas Totais [w]**

LAT

ABNT

[%]

LAT

ABNT

[%]

75

321,0

360,0

89,2

1636,0
1635,0
100,1

209,0
360,0
58,1
1734,0
1635,0
106,1

209,0
360,0
58,1
1527,0
1635,0
93,4

325,0
360,0
90,3
1481,0
1635,0
90,6

423,0
360,0
117,5
1719,0
1635,0
105,1

322,0
360,0
89,4
1611,0
1635,0
98,5

273,0
360,0
75,8
1534,0
1635,0
93,8

299,0
360,0
83,1
1544,0
1635,0
94,4

297,6
360,0
82,7
1598,2
1635,0
97,7

358
360,0
99,4
1573
1635,0
96,2

344
360,0
95,6
1416
1635,0
86,6

255
360,0
70,8
1384
1635,0
84,6

248
360,0
68,9
1470
1635,0
89,9

320
360,0
88,9
1627
1635,0
99,5

52
360,0
14,4
1395
1635,0
85,3

311
360,0

86,4
1691
1635,0
103,4

258
360,0
71,7
1620
1635,0
99,1

313
360,0
86,9
1577
1635,0
96,5

335
360,0
93,1
1616
1635,0
98,8

357
360,0
99,2
1632
1635,0
99,8

340
360,0
94,4
1659
1635,0
101,5

Média
293,8

81,6
1573,5

96,2
Desvio Padrão
75,2

20,9
100,2

Tabelas referentes aos transformadores trifásicos, classe 25 kV pertencentes ao grupo de transformadores reformados

Tabela - Perdas dos transformadores trifásicos reformados - 25kV/15 kVA

Potência [kVA]
Perdas em Vazio [w]
Perdas Totais [w]

LAT
ABNT

[%]

LAT
ABNT

[%]

15

108,0

100,0

108,0

449,0

440,0

102,0

45,0

100,0

45,0

408,0

440,0

92,7

104,0

100,0

104,0

467,0

440,0

106,1

Média

85,7

85,7

441,3

100,3

Desvio Padrão

35,3

35,3

30,2

6,9

Tabela - Perdas dos transformadores trifásicos reformados - 25kV/30kVA

**Potência [kVA]
Perdas em Vazio [w]
Perdas Totais [w]**

**LAT
ABNT**

[%]

**LAT
ABNT**

[%]

30

140,0

180,0

77,8

747,0

825,0

90,5

145,0

180,0

80,6

859,0

825,0

104,1

163,0

180,0

90,6

777,0

825,0

94,2

177,0

180,0

98,3

895,0

825,0

108,5

225,0

180,0

125,0

861,0

825,0

104,4

136,0

180,0

75,6

853,0
825,0
103,4

164,3
180,0
91,3
832,0
825,0
100,8

172,0
180,0
95,6
825,0
825,0
100,0

172,0
180,0
95,6
832,0
825,0
100,8

Média
166,0

92,2
831,2

100,8
Desvio Padrão
26,7

14,8
45,1

5,5

Tabela - Perdas dos transformadores trifásicos reformados - 25kV/45kVA
Potência [kVA]
Perdas em Vazio [w]
Perdas Totais [w]

LAT
ABNT
[%]
LAT
ABNT
[%]
45

232,0
250,0
92,8
1050,0
1120,0
93,8

236,0
250,0
94,4
1163,0
1120,0
103,8

259,0
250,0
103,6
1133,0
1120,0
101,2

156,0
250,0
62,4
1006,0
1120,0
89,8

263,0
250,0
105,2
1046,0
1120,0
93,4

132,0
250,0
52,8
839,0
1120,0
74,9

216,0
250,0
86,4

1095,0
1120,0
97,8

213,0
250,0
85,2
1194,0
1120,0
106,6

291,0
250,0
116,4
1174,0
1120,0
104,8

263,0
250,0
105,2
1046,0
1120,0
93,4

226,1
250,0
90,4
1074,6
1120,0
95,9

221,0
250,0
88,4
1151,0
1120,0
102,8

229,0
250,0
91,6
1103,0
1120,0
98,5

278,0
250,0
111,2
1105,0
1120,0
98,7

270,0
250,0
108,0
1149,0
1120,0
102,6

273,0
250,0
109,2
1151,0
1120,0
102,8

255,0
250,0
102,0
1228,0
1120,0
109,6
Média
236,1

94,4
1100,4

98,3
Desvio Padrão
42,0

16,8
89,9

8,0

Tabela - Perdas dos transformadores trifásicos reformados - 25kV/75kVA

Potência [kVA]
Perdas em Vazio [w]
Perdas Totais [w]

LAT
ABNT
[%]
LAT
ABNT
[%]
75
324,0
360,0
90,0

1508,0
1635,0
92,2

322,0
360,0
89,4
1611,0
1635,0
98,5

318,0
360,0
88,3
1687,0
1635,0
103,2

342,0
360,0
95,0
1625,0
1635,0
99,4

317,0
360,0
88,1
1620,0
1635,0
99,1

324,6
360,0
90,2
1610,2
1635,0
98,5

338,0
360,0
93,9
1640,0
1635,0
100,3

333,0
360,0
92,5
1599,0
1635,0
97,8

372,0

360,0

103,3

1785,0

1635,0

109,2

Média

332,3

92,3

1631,7

99,8

Desvio Padrão

17,2

4,8

74,2

4,5

ANEXO B – Gráficos referentes às comparações entre o padrão Brasil e os padrões Europa, China e México para transformadores de distribuição monofásicos, novos.

Comparação de eficiência entre transformadores nacionais e a ABNT

Estado: novo
Tipo de alimentação: monofásica
Classe de isolamento: 15KV
Potências: 10 kVA, 15 kVA, 25 kVA e 50 kVA

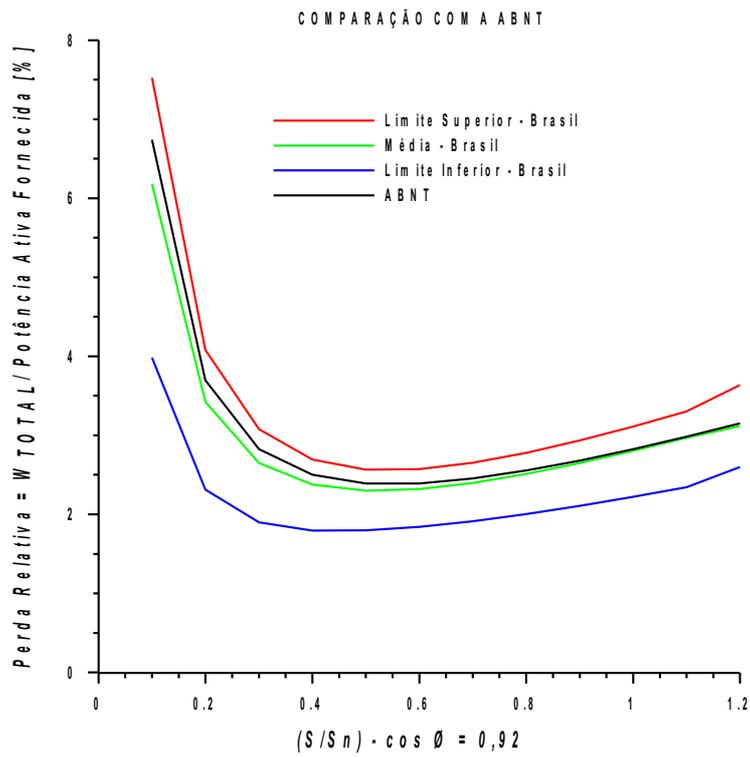


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão Brasil e a ABNT para 10 kVA.

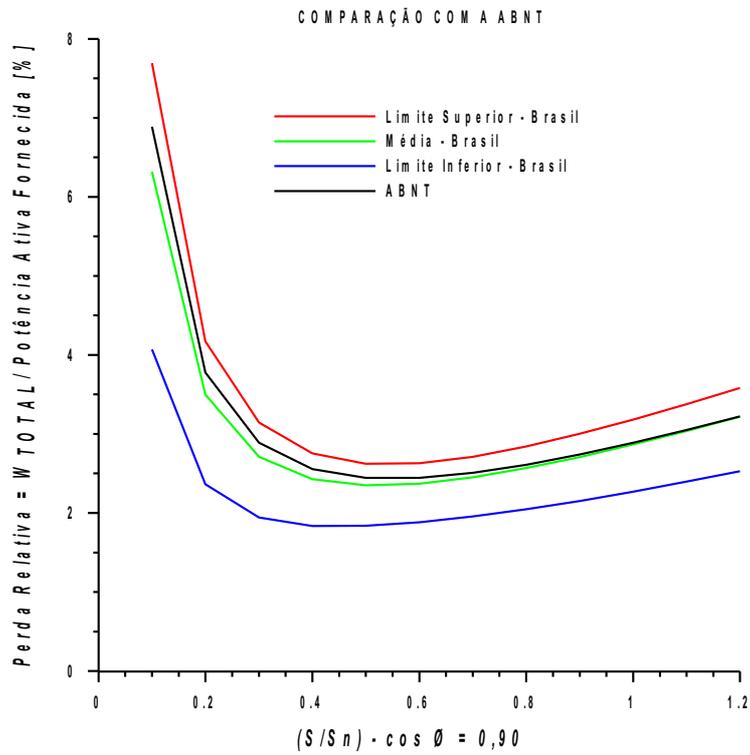


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão Brasil e a ABNT para 10 kVA.

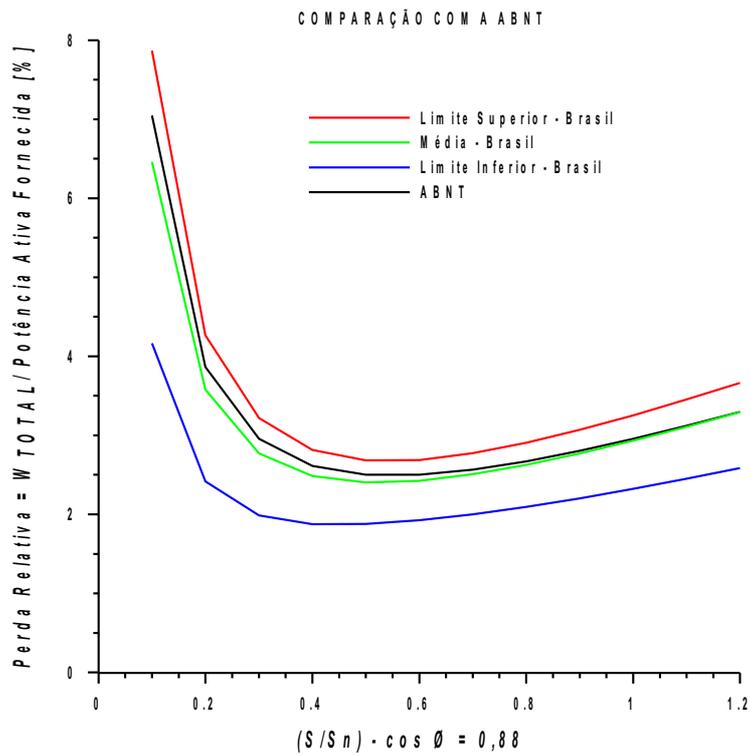


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão Brasil e a ABNT para 10 kVA.

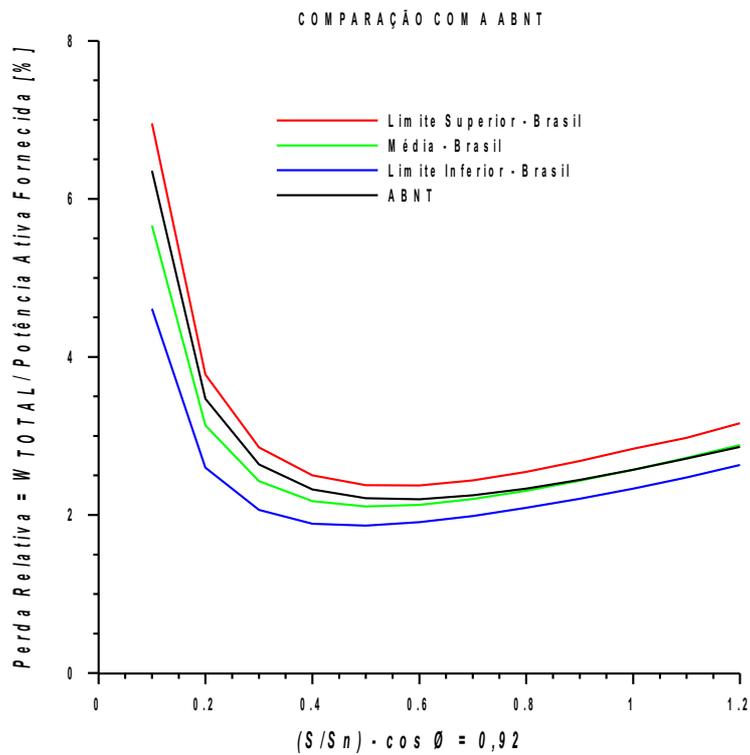


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão Brasil e a ABNT para 15 kVA.

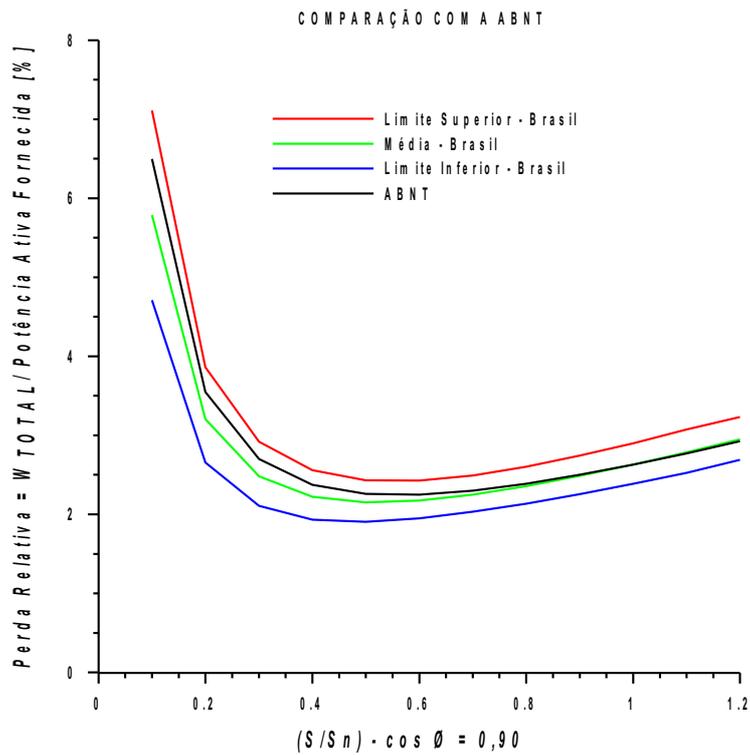


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão Brasil e a ABNT para 15 kVA.

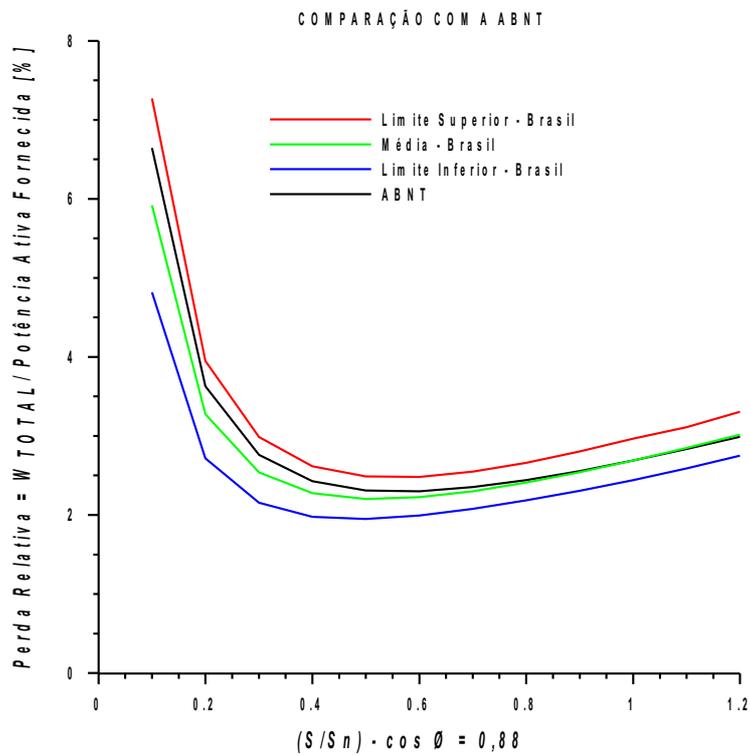


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão Brasil e a ABNT para 15kVA.

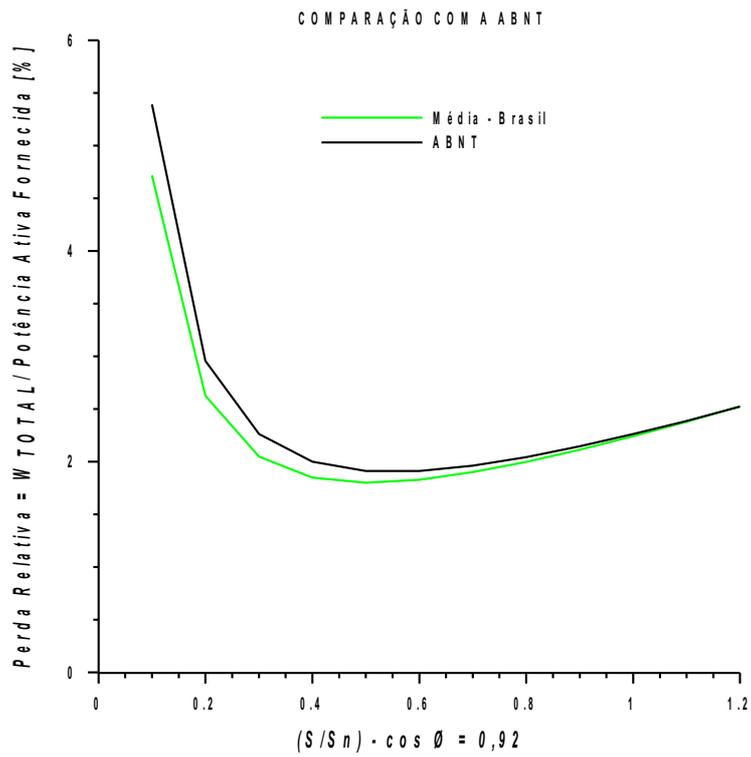


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão Brasil e a ABNT para 25 kVA.

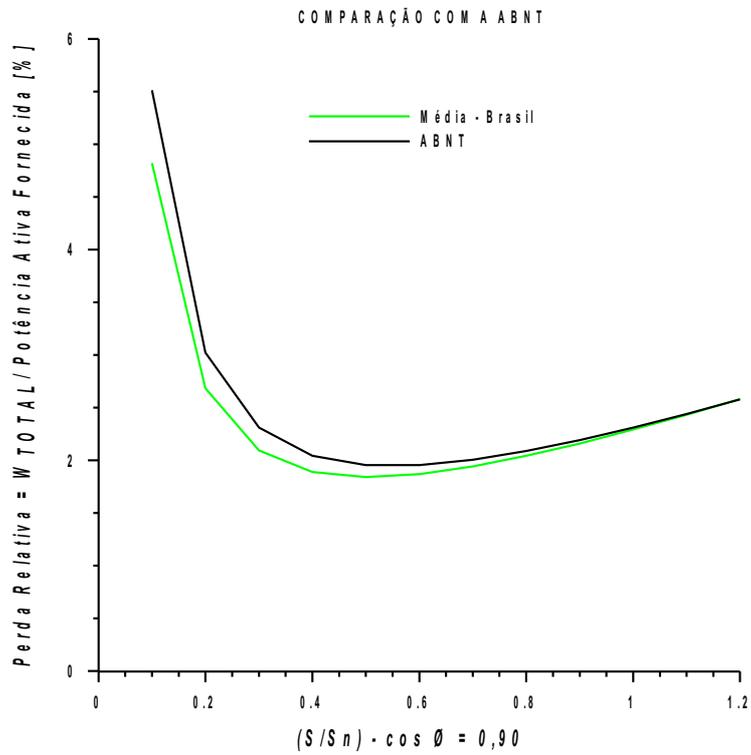


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão Brasil e a ABNT para 25 kVA.

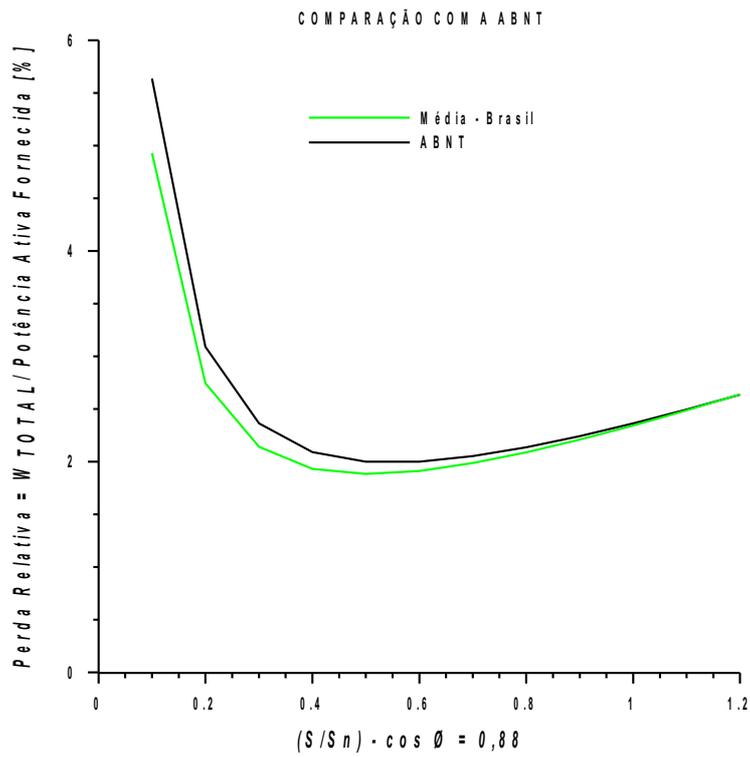


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão Brasil e a ABNT para 25 kVA.

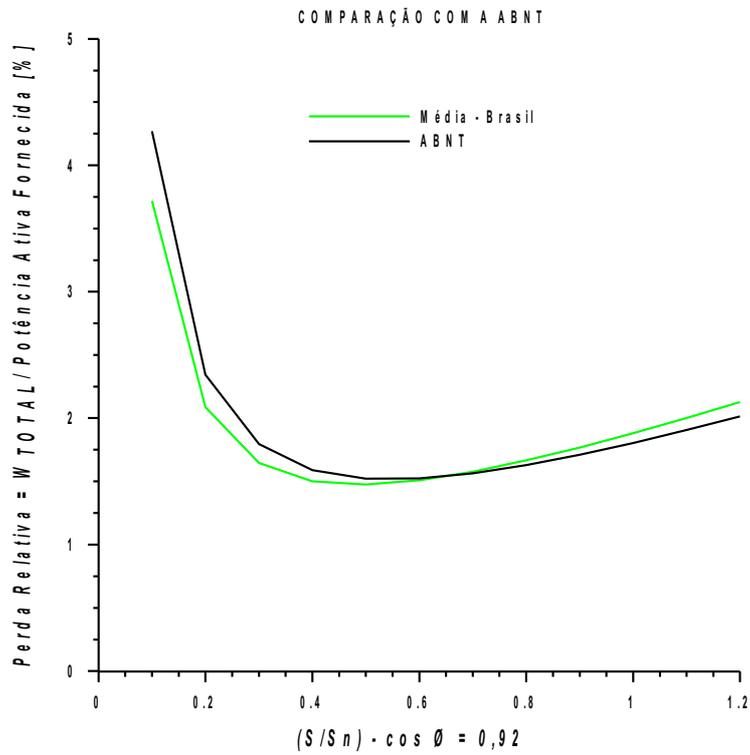


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão Brasil e a ABNT para 50 kVA.

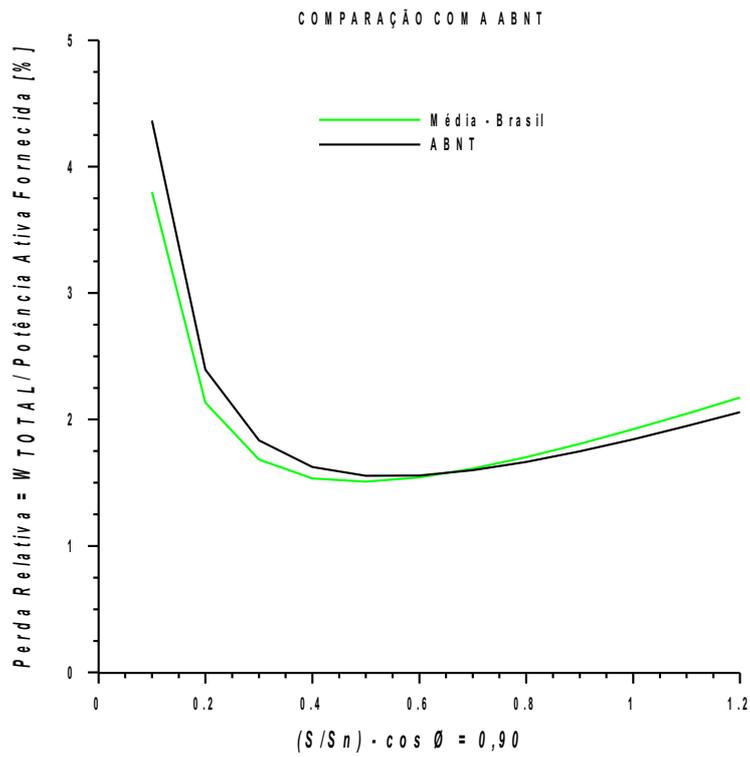


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão Brasil e a ABNT para 50 kVA.

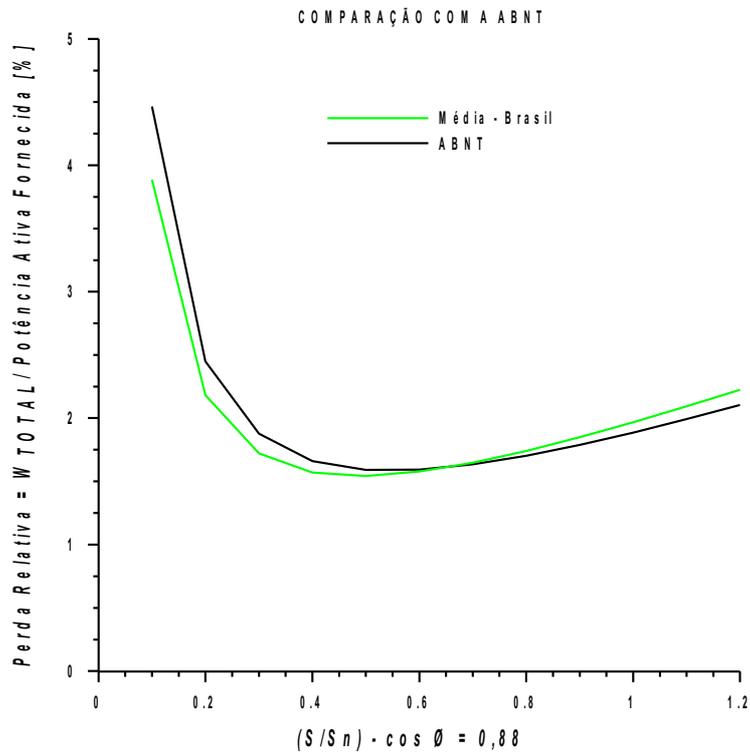


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão Brasil e a ABNT para 50 kVA.

Comparação de eficiência entre transformadores nacionais e a ABNT

Estado: novo

Tipo de alimentação: monofásica

Classe de isolamento: 25KV

Potências: 10kVA, 15kVA, e 100kVA

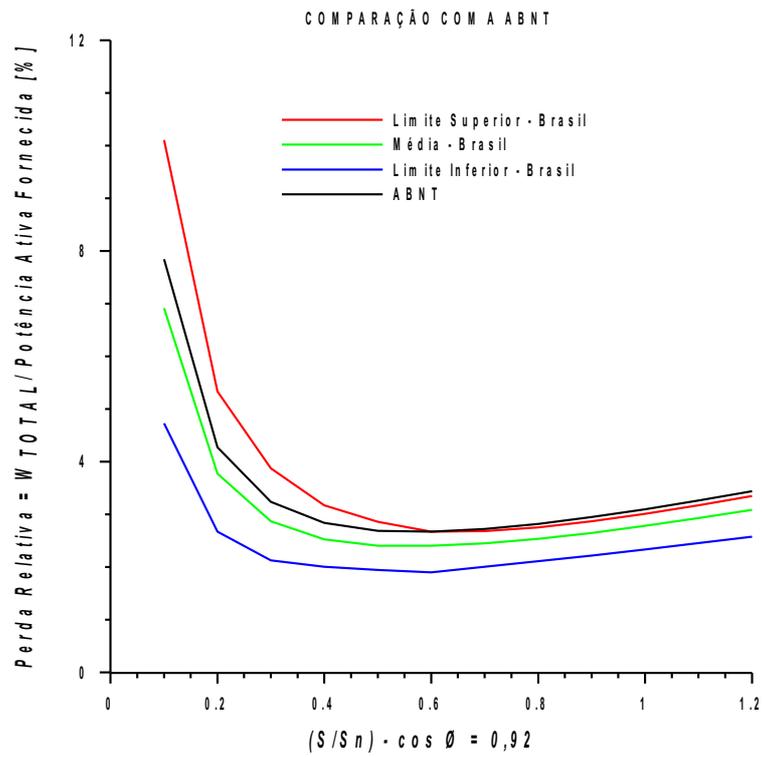


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão Brasil e a ABNT para 10 kVA.

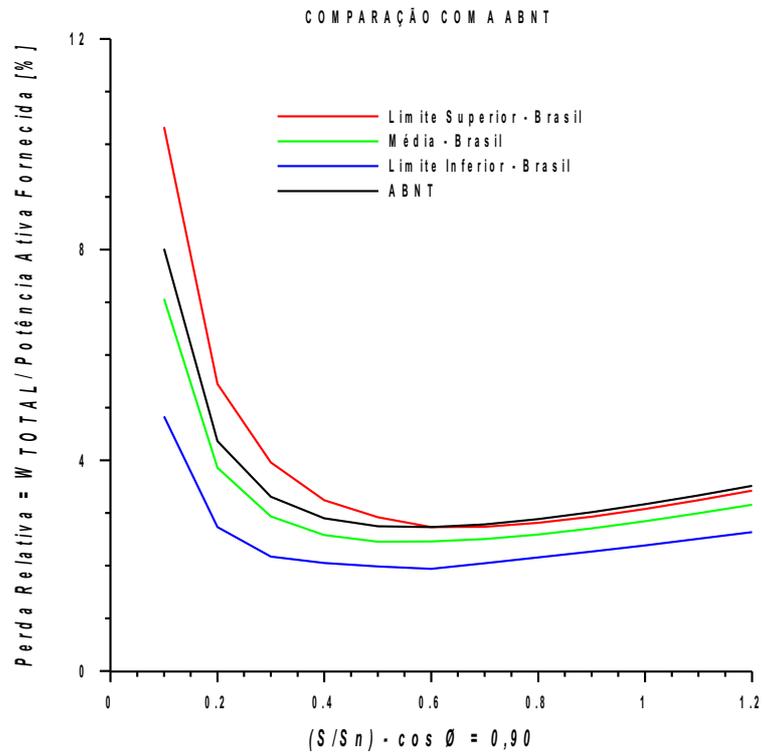


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão Brasil e a ABNT para 10 kVA.

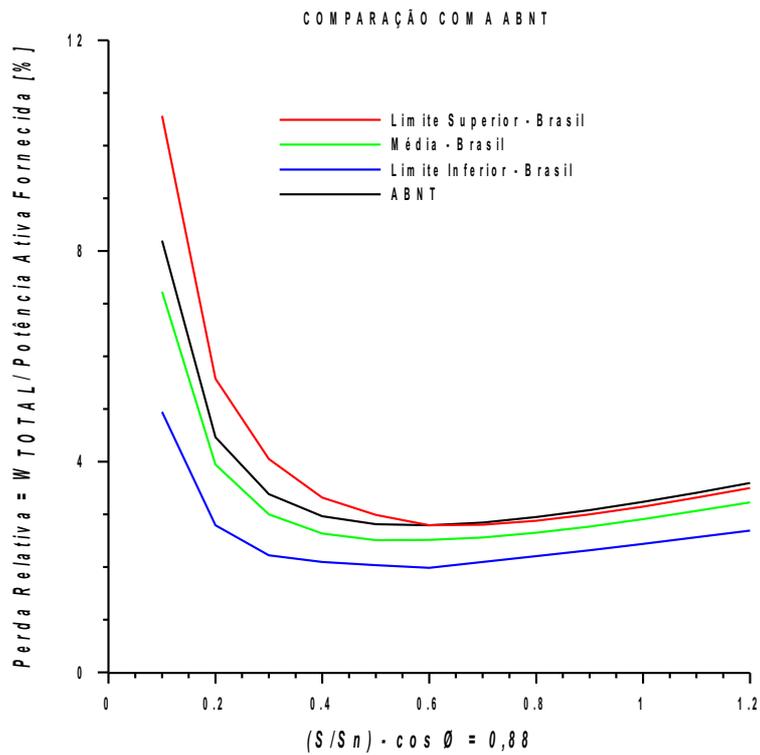


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão Brasil e a ABNT para 10 kVA.

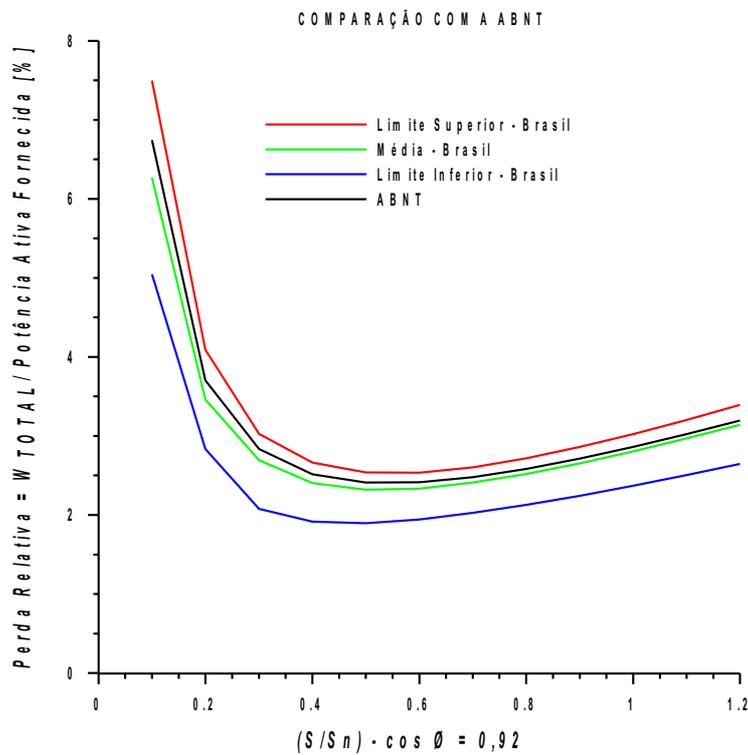


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão Brasil e a ABNT para 15 kVA.

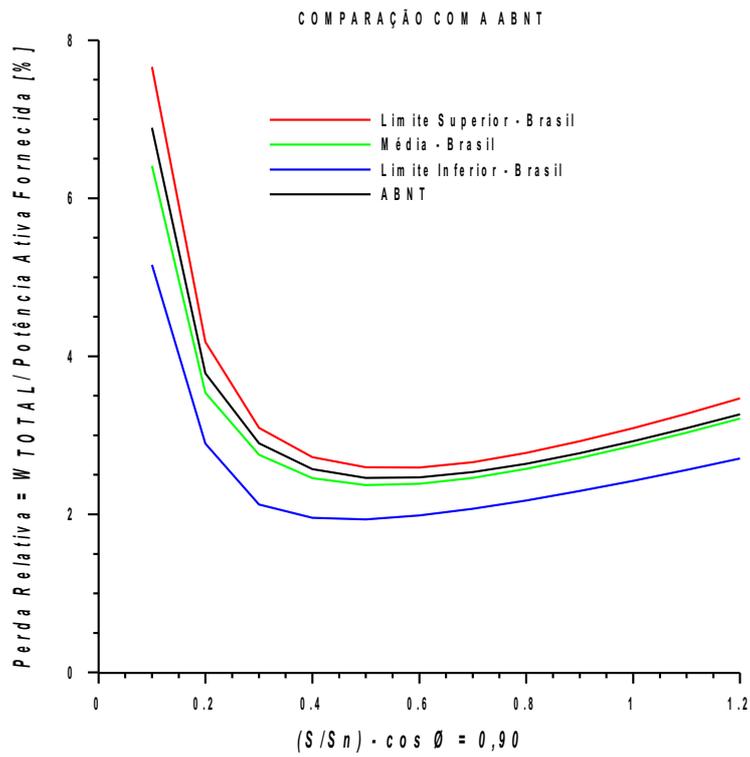


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão Brasil e a ABNT para 15 kVA.

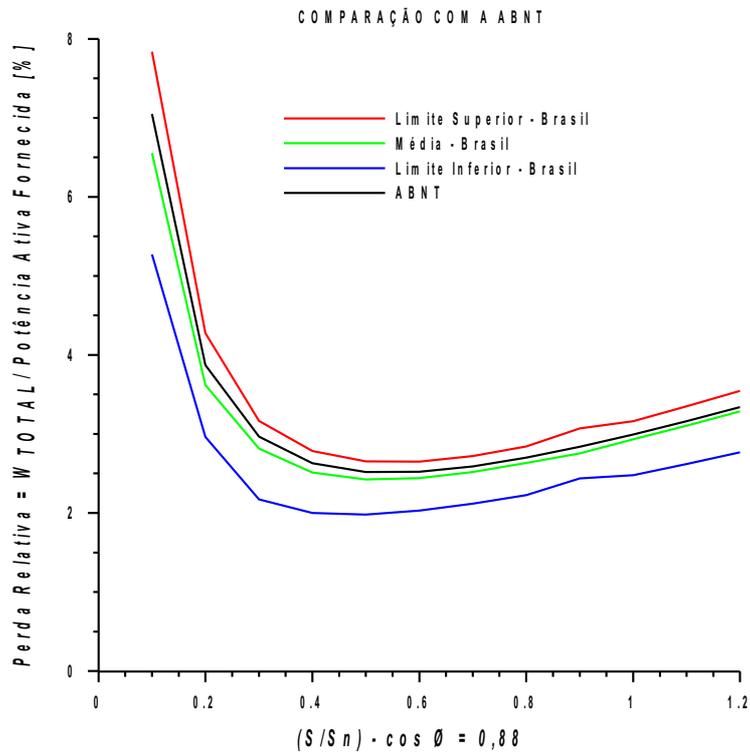


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão Brasil e a ABNT para 15 kVA.

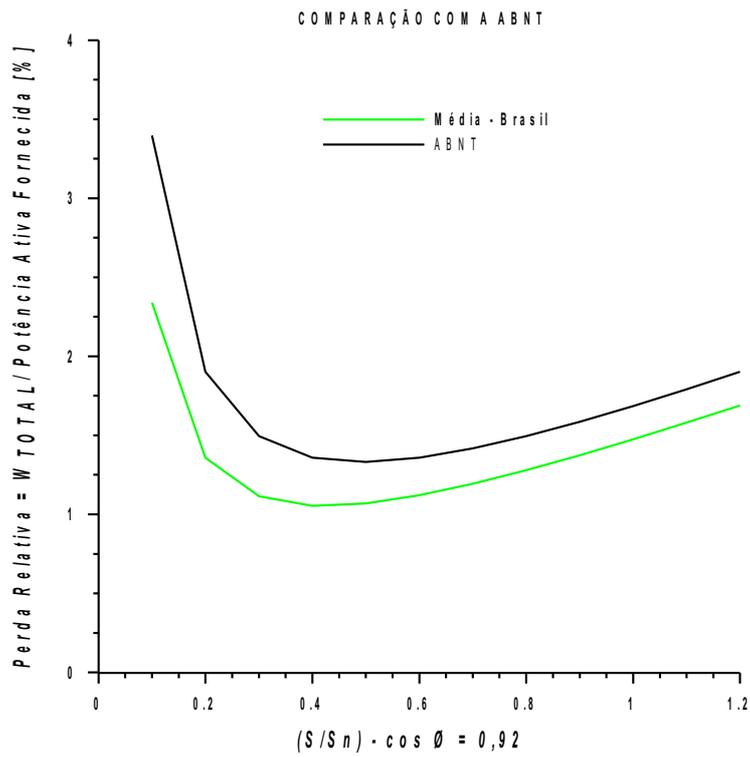


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão Brasil e a ABNT para 100 kVA.

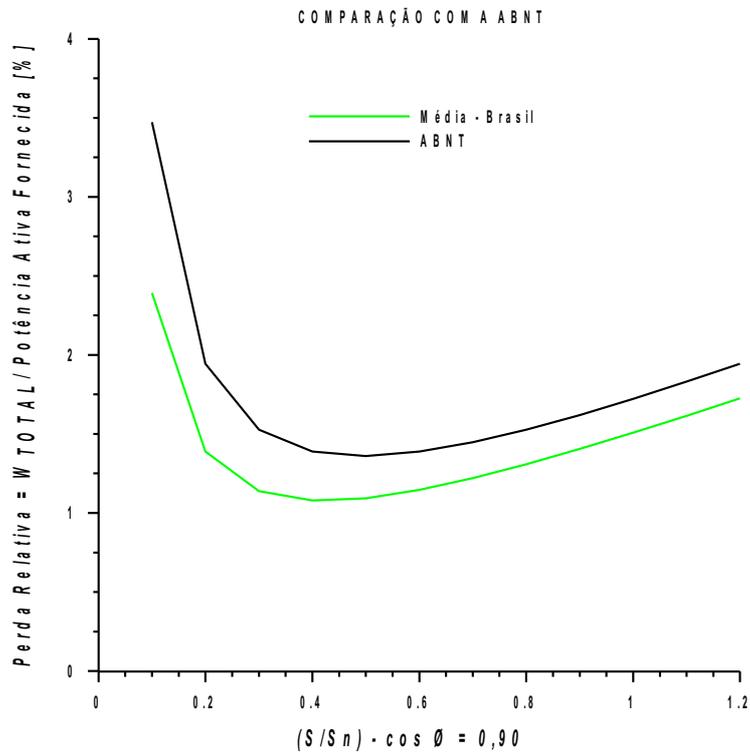


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão Brasil e a ABNT para 100 kVA.

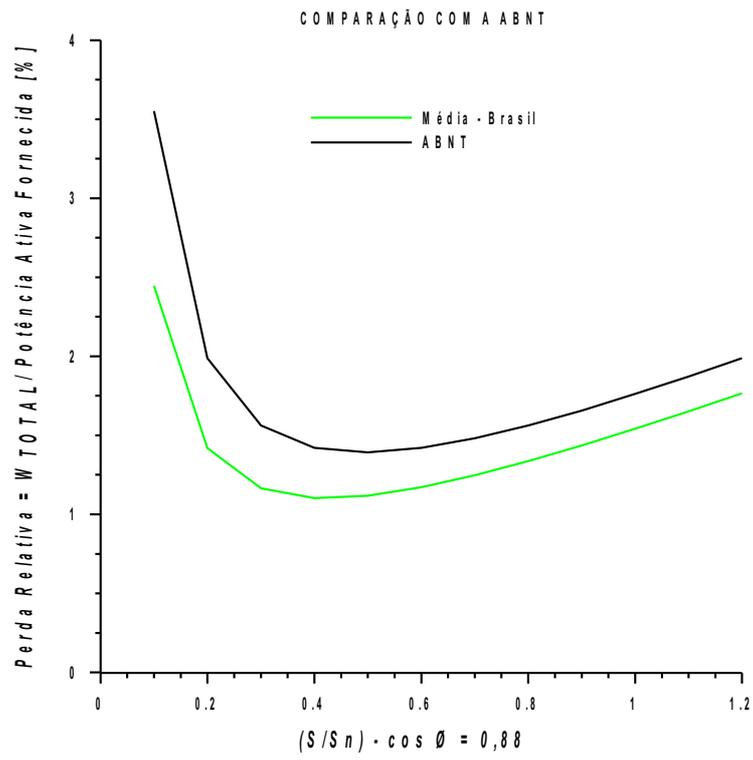


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão Brasil e a ABNT para 100 kVA.

Comparação de perdas entre transformadores nacionais e a norma nacional da China - GB/T –
6451 - 1999

Estado: novo
Tipo de alimentação: monofásica
Classe de isolamento: 15KV
Potências: 10kVA, 15kVA, 25kVA e 50kVA

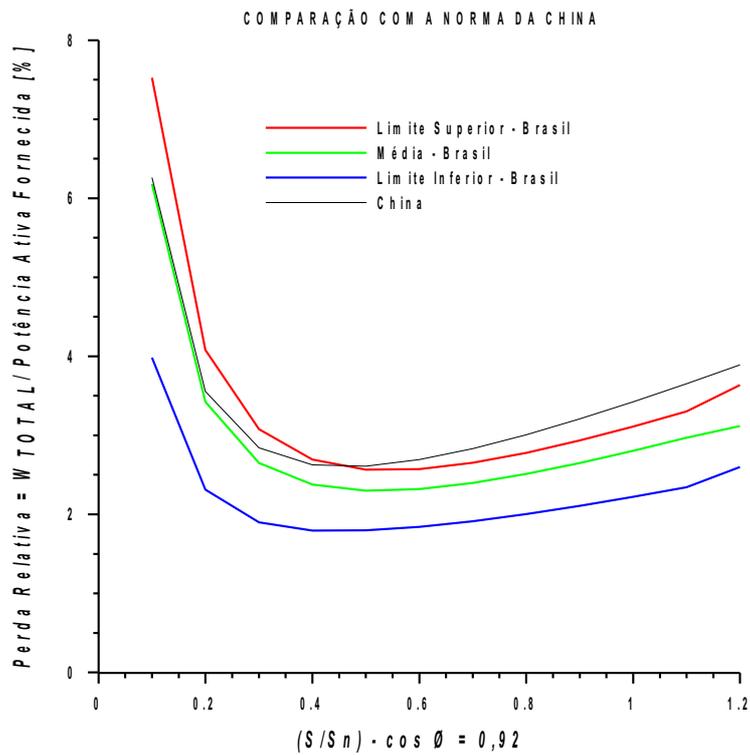


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão China e o Padrão Brasil para 10 kVA.

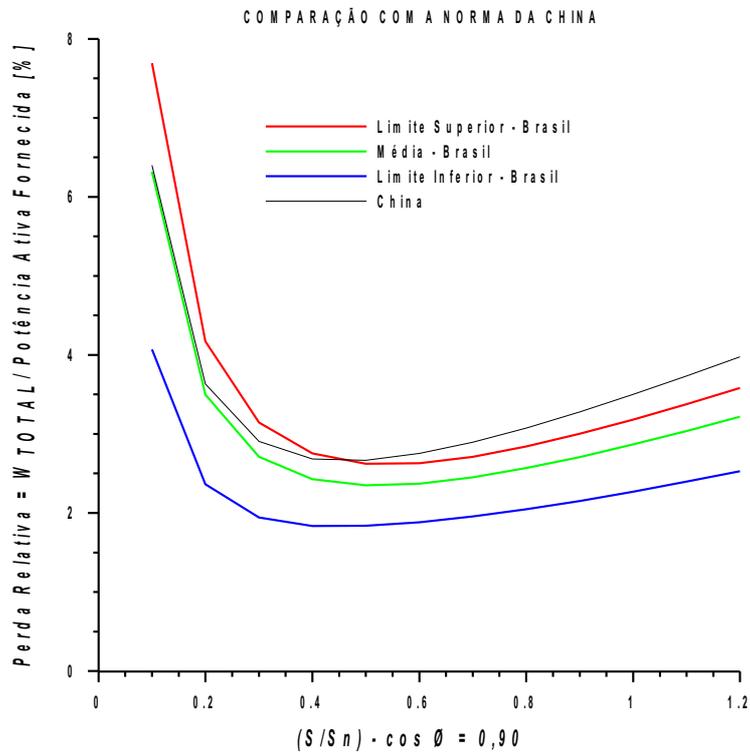


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão China e o Padrão Brasil para 10 kVA.

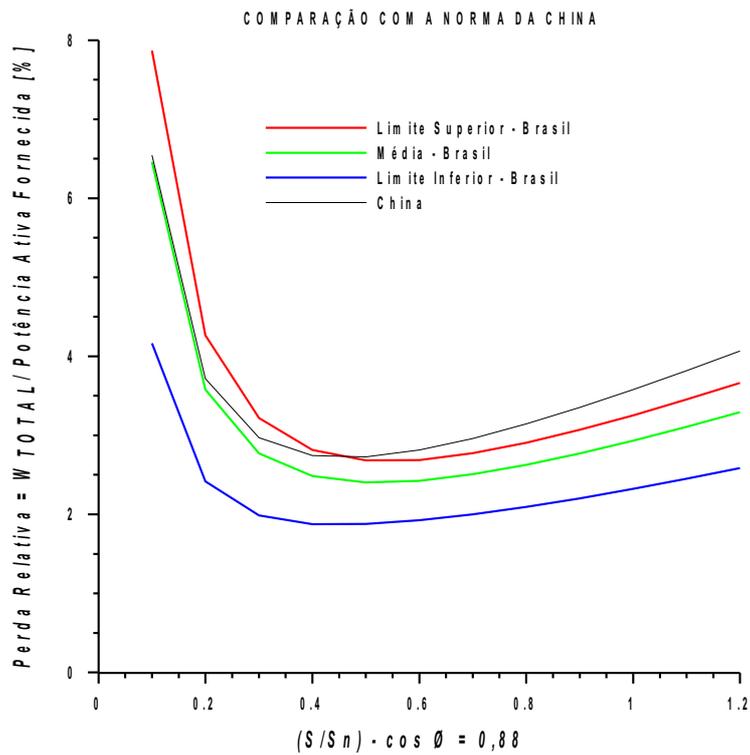


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão China e o Padrão Brasil para 10 kVA.

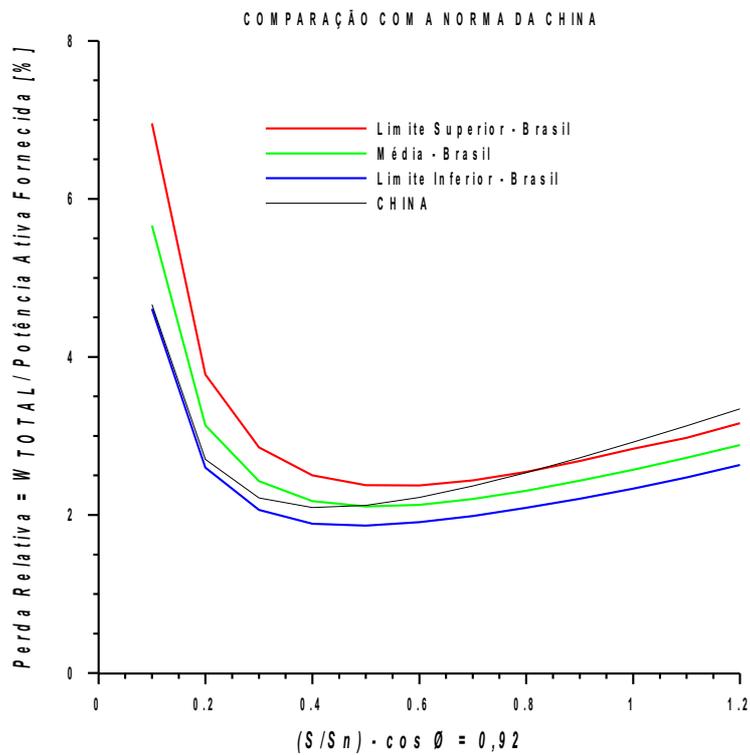


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão China (16 kVA) e o Padrão Brasil (15 kVA).

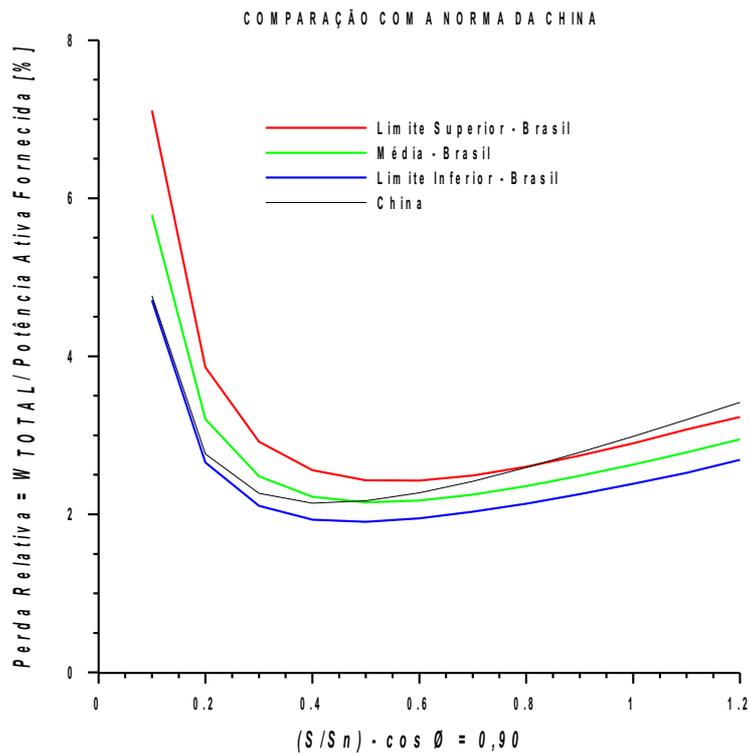


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão China (16 kVA) e o Padrão Brasil (15 kVA).

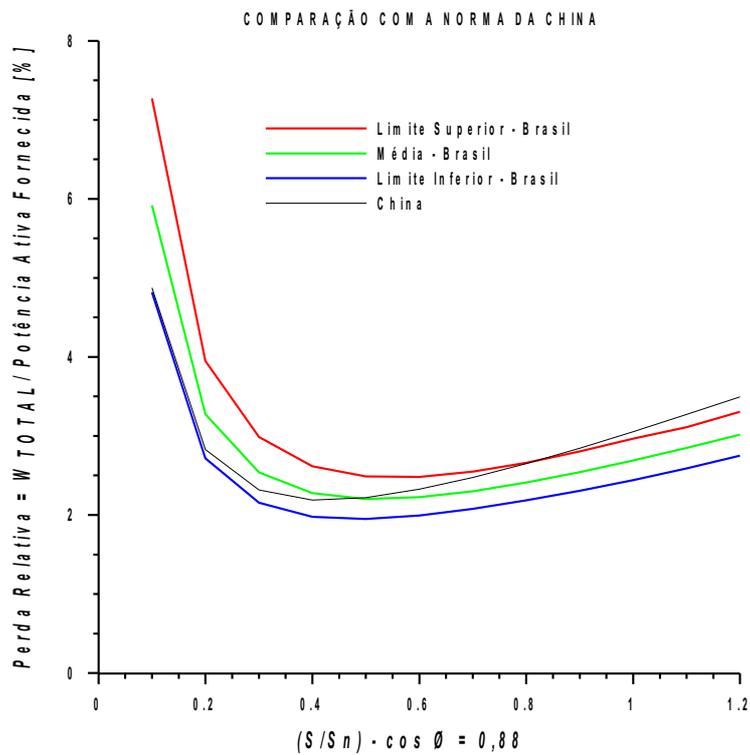


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão China (16 kVA) e o Padrão Brasil (15 kVA).

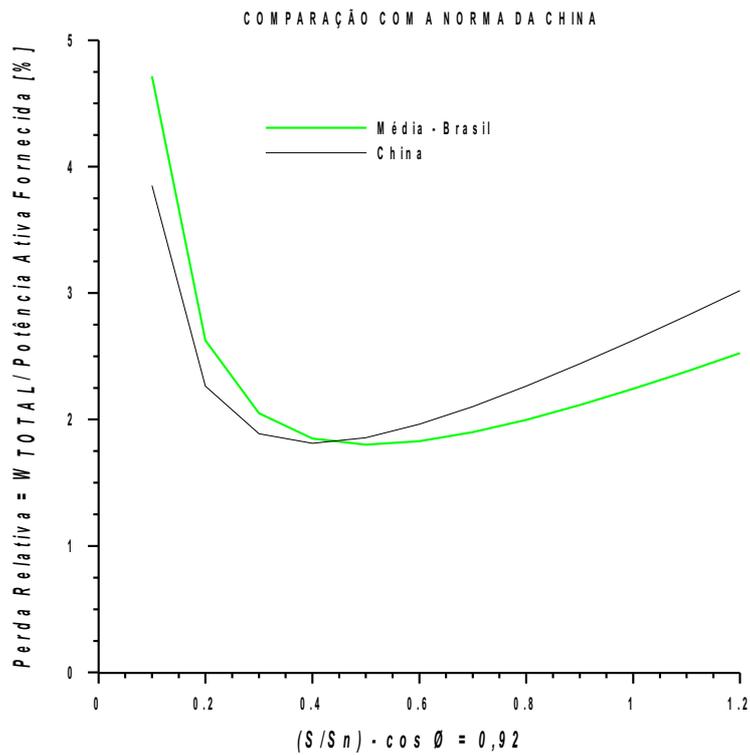


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão China (30 kVA) e o Padrão Brasil (25 kVA).

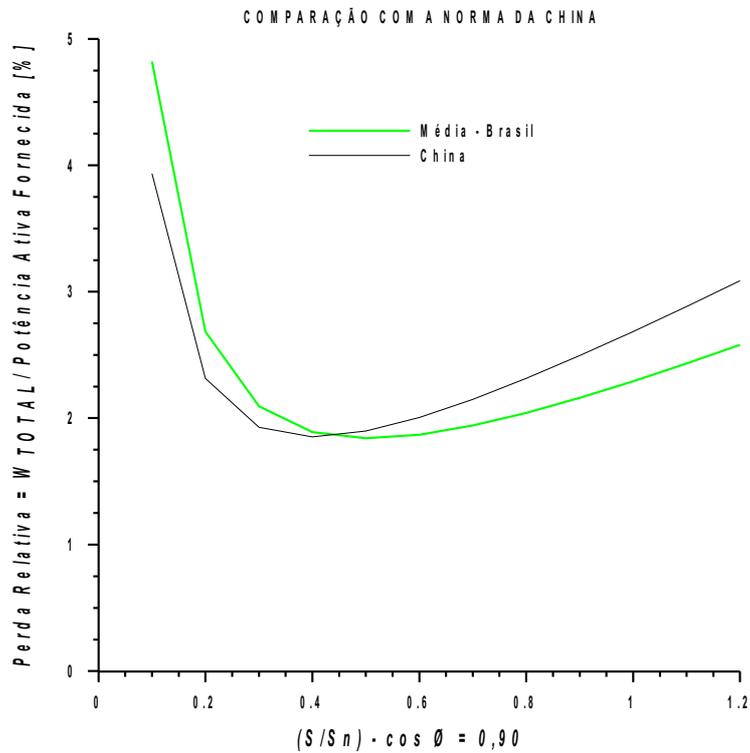


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão China (30 kVA) e o Padrão Brasil (25 kVA).

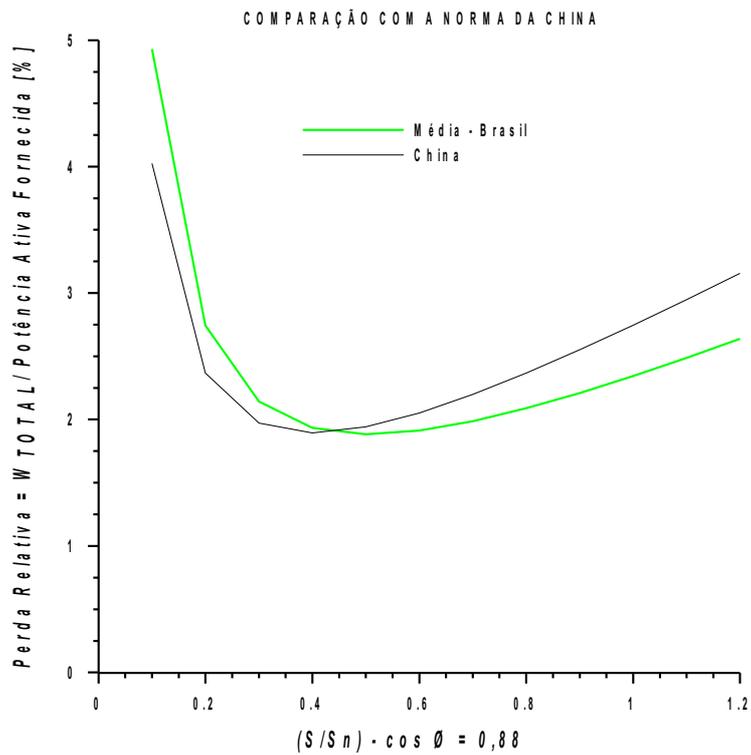


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão China (30 kVA) e o Padrão Brasil (25 kVA).

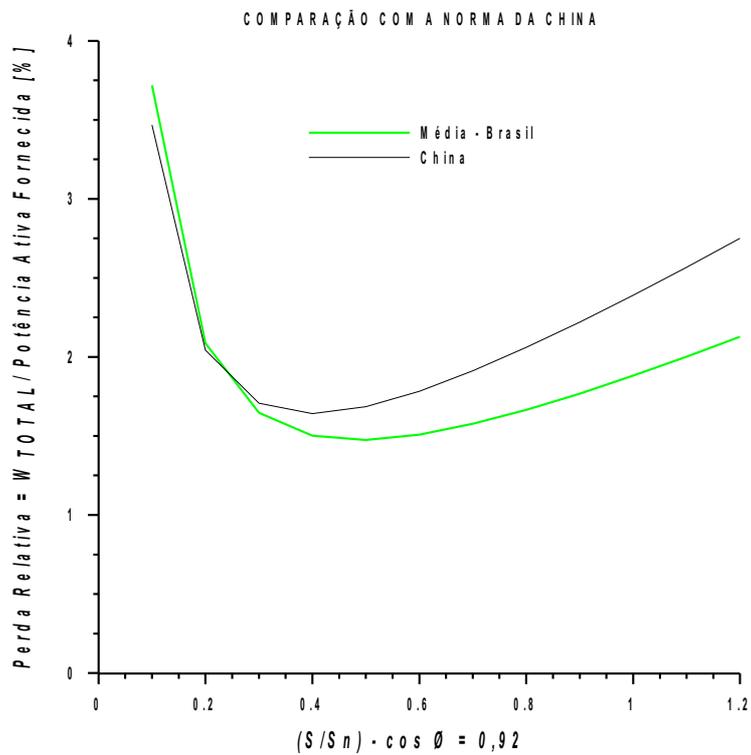


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão China e o Padrão Brasil para 50 kVA.

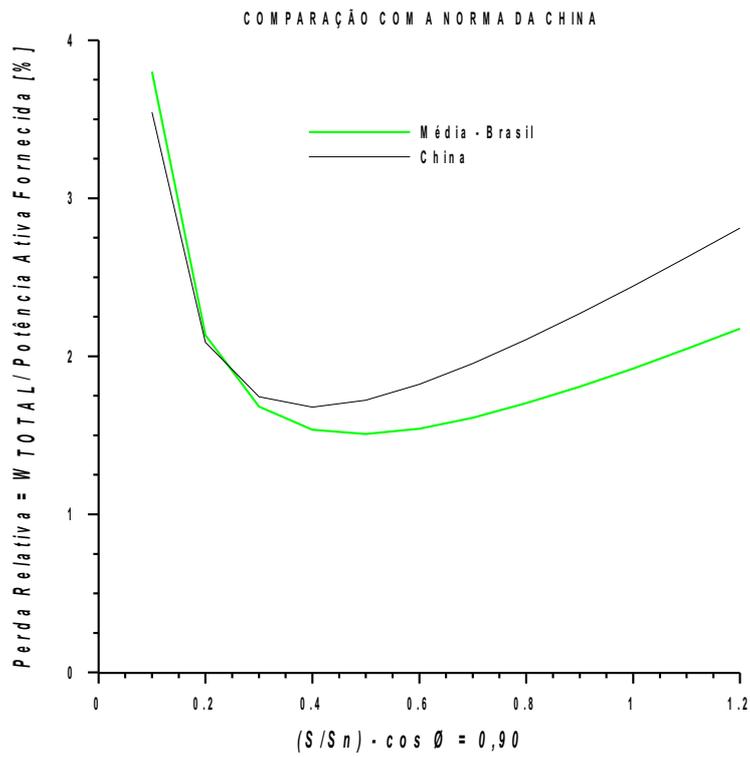


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão China e o Padrão Brasil para 50 kVA.

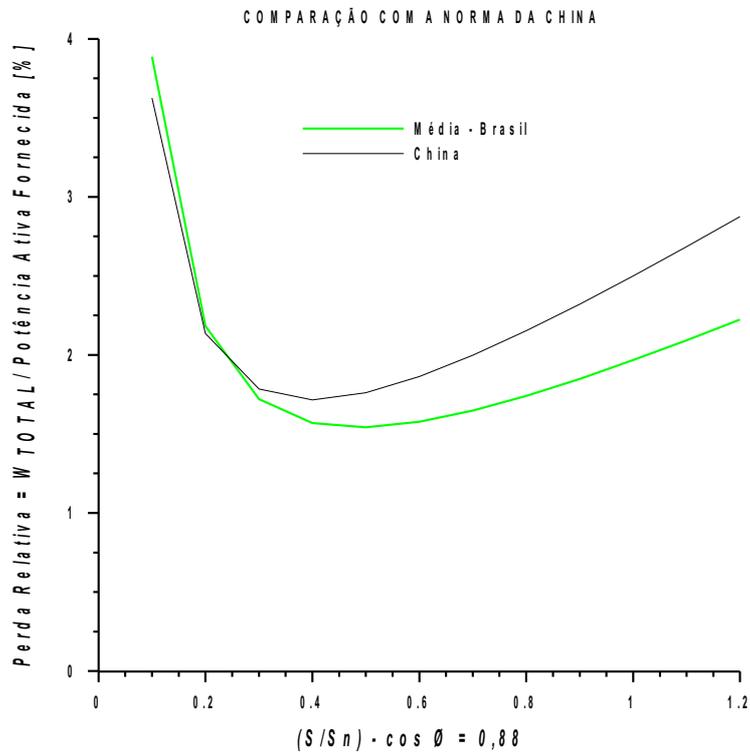


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão China e o Padrão Brasil para 50 kVA.

Comparação de eficiência entre transformadores nacionais e a norma nacional da China - GB/T
– 6451 - 1999

Estado: novo
Tipo de alimentação: monofásica
Classe de isolamento: 25KV
Potências: 10kVA, 15kVA e 100kVA

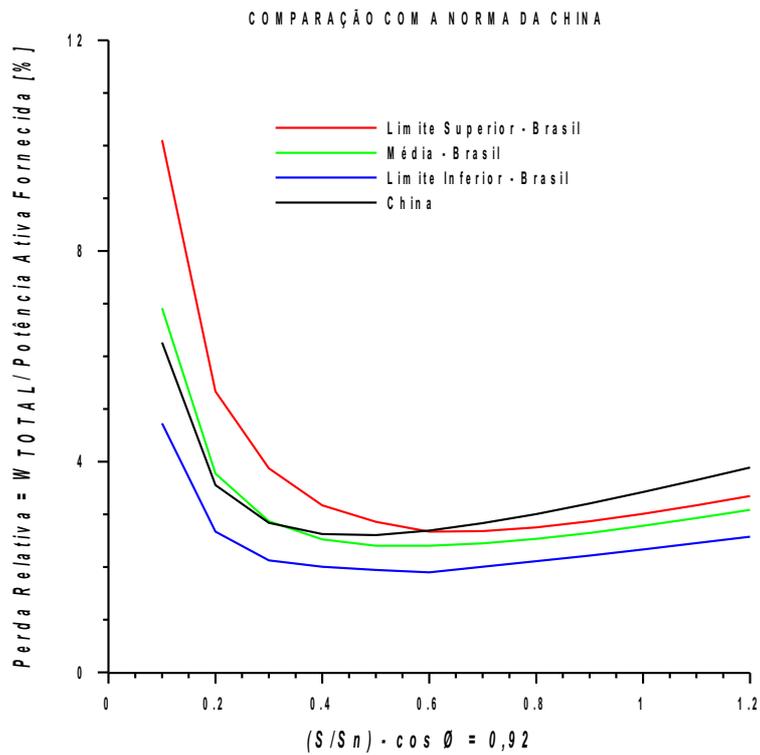


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão China e o Padrão Brasil para 10 kVA

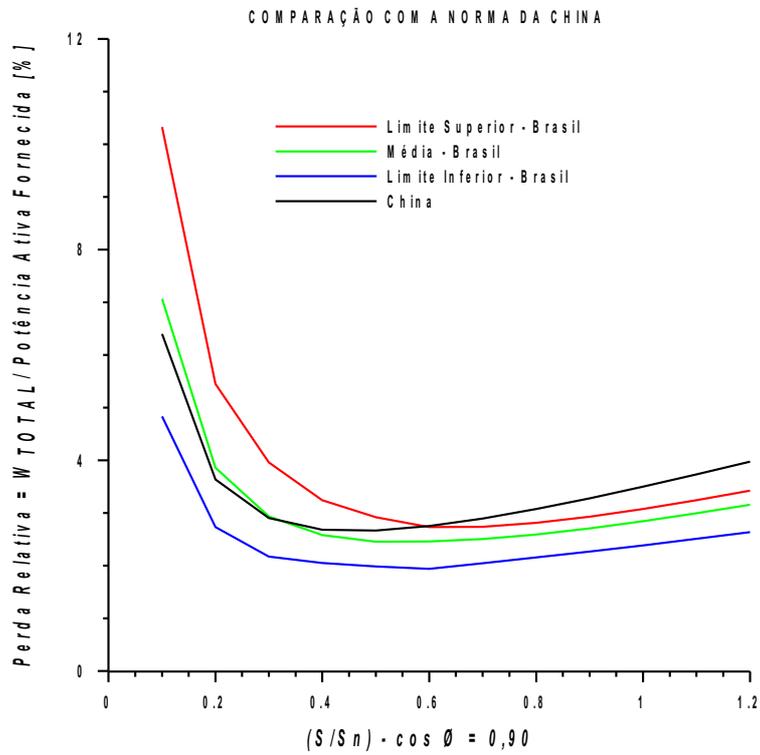


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão China e o Padrão Brasil para 10 kVA

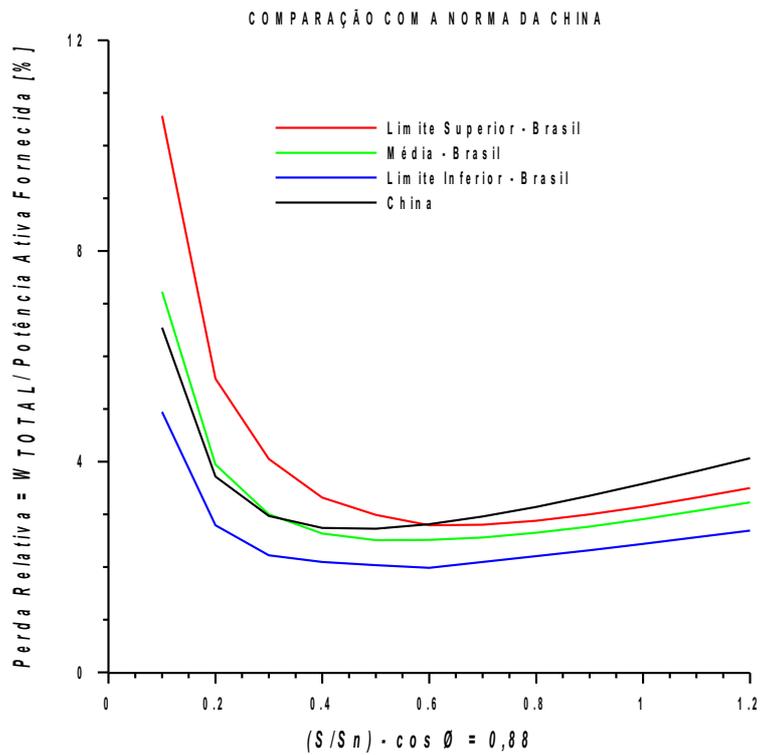


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão China e o Padrão Brasil para 10 kVA

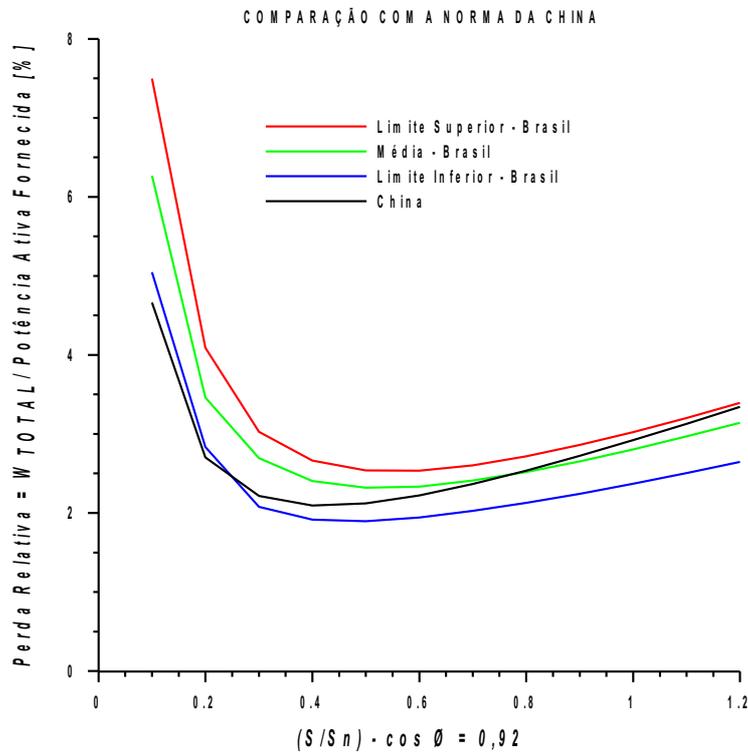


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão China (16 kVA) e o Padrão Brasil (10 kVA).

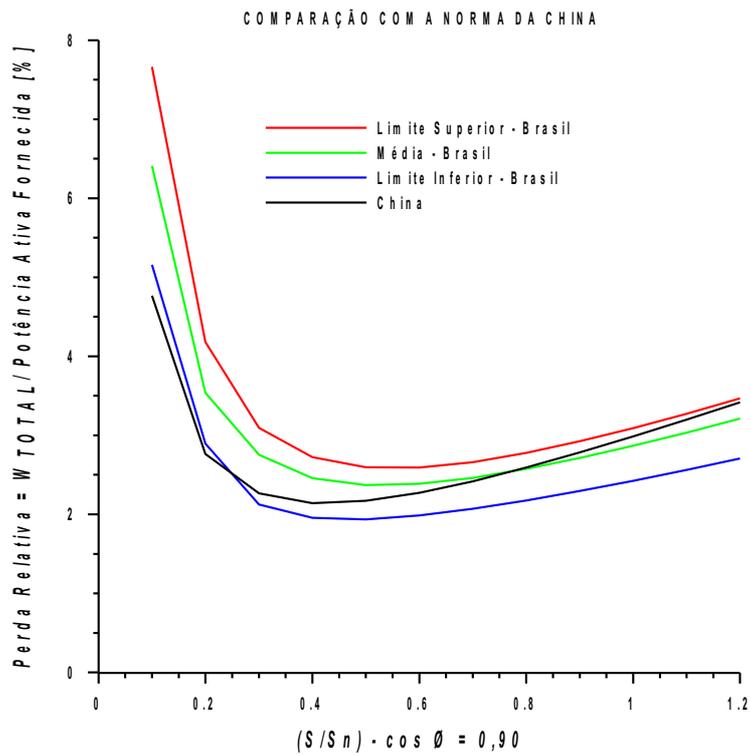


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão China (16 kVA) e o Padrão Brasil (10 kVA).

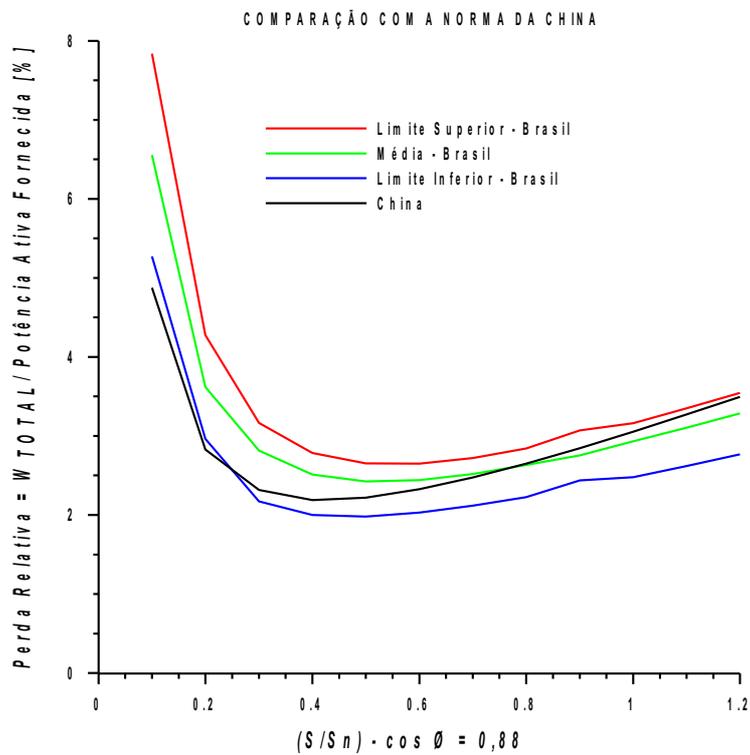


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão China (16 kVA) e o Padrão Brasil (10 kVA).

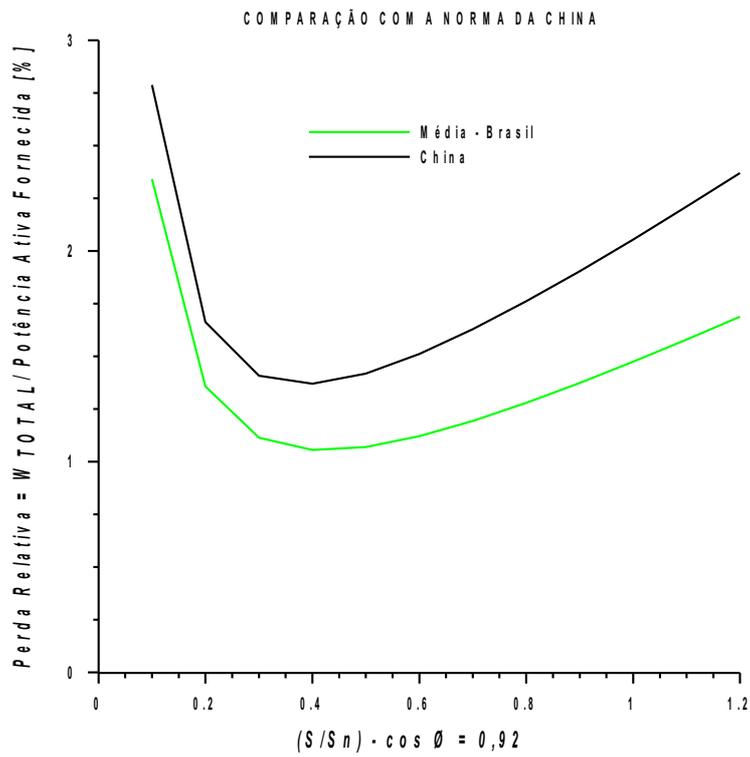


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão China e o Padrão Brasil para 100 kVA.

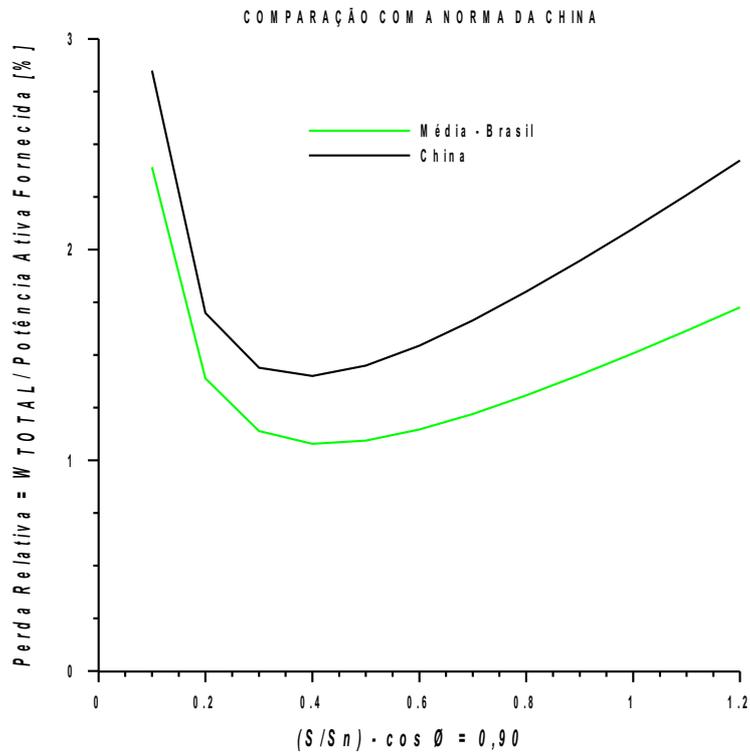


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão China e o Padrão Brasil para 100 kVA.

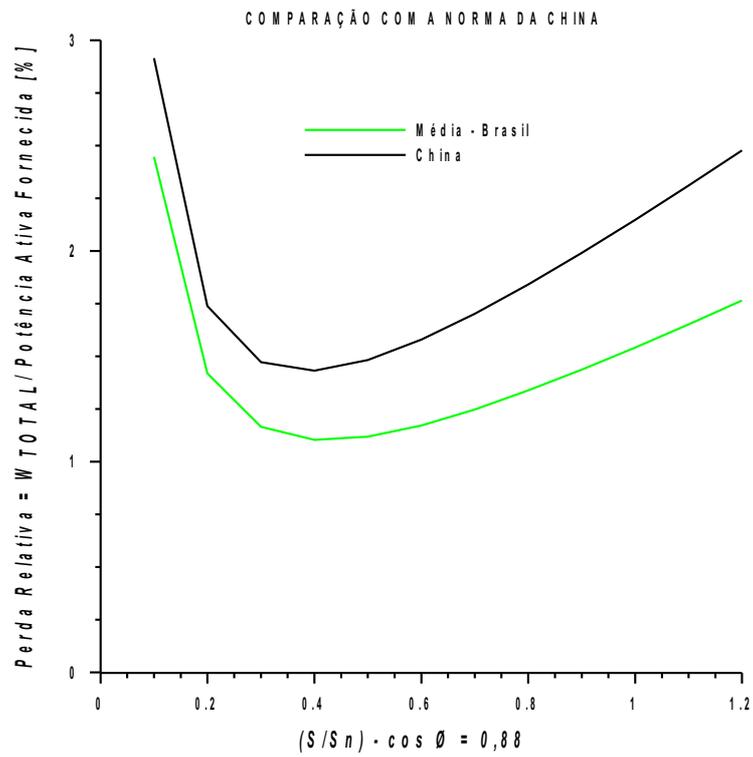


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão China e o Padrão Brasil para 100 kVA.

Comparação de eficiência referentes a transformadores nacionais e a Norma Oficial Mexicana -
NOM

Estado: novo
Tipo de alimentação: monofásica
Classe de isolamento: 15KV
Potências: 10kVA, 15kVA, 25kVA e 50kVA

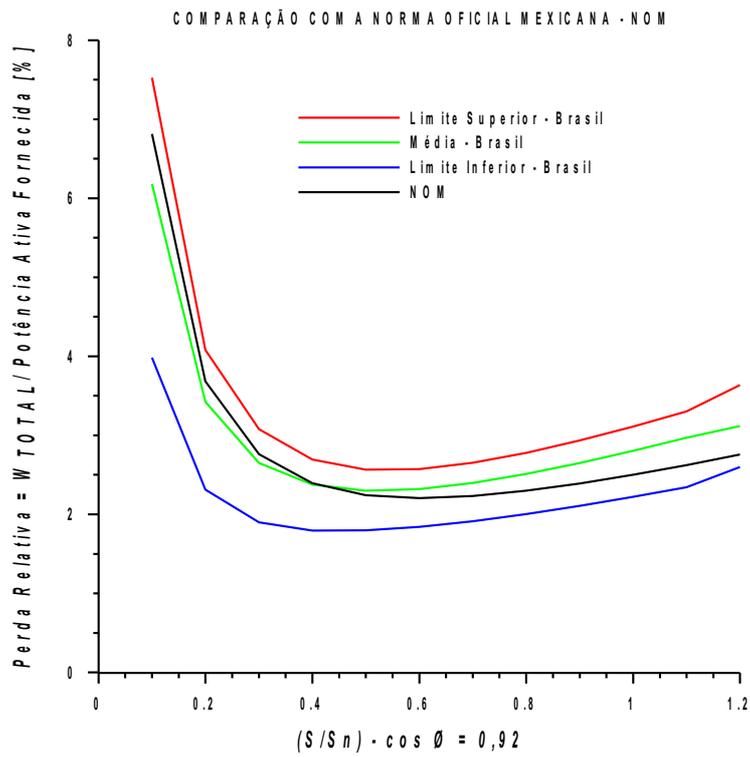


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o Padrão Brasil para 10 kVA.

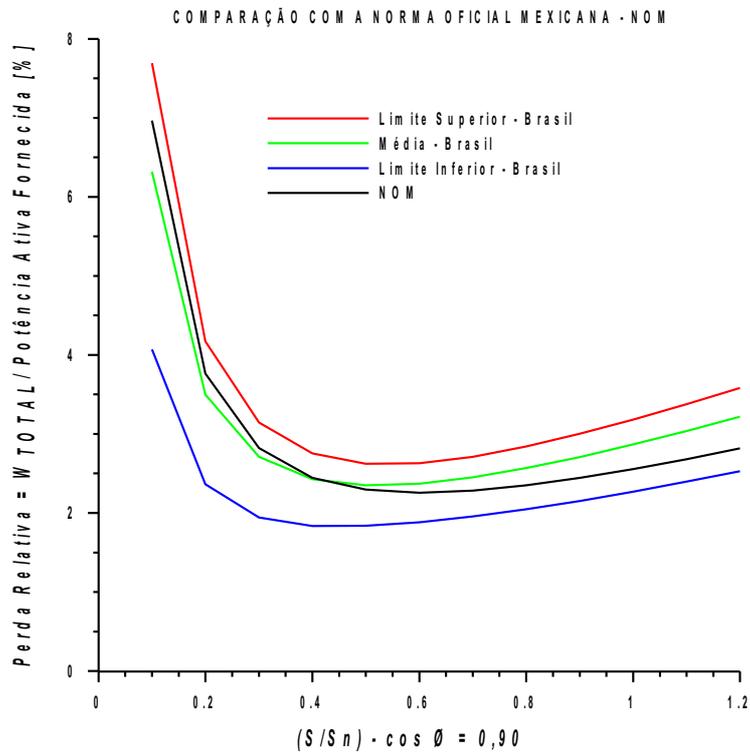


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o Padrão Brasil para 10 kVA.

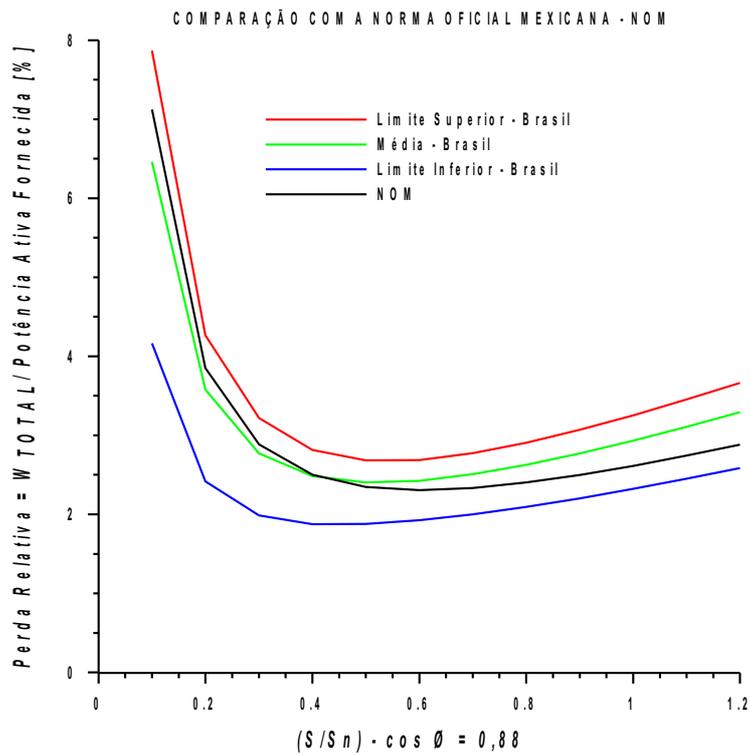


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o Padrão Brasil para 10 kVA.

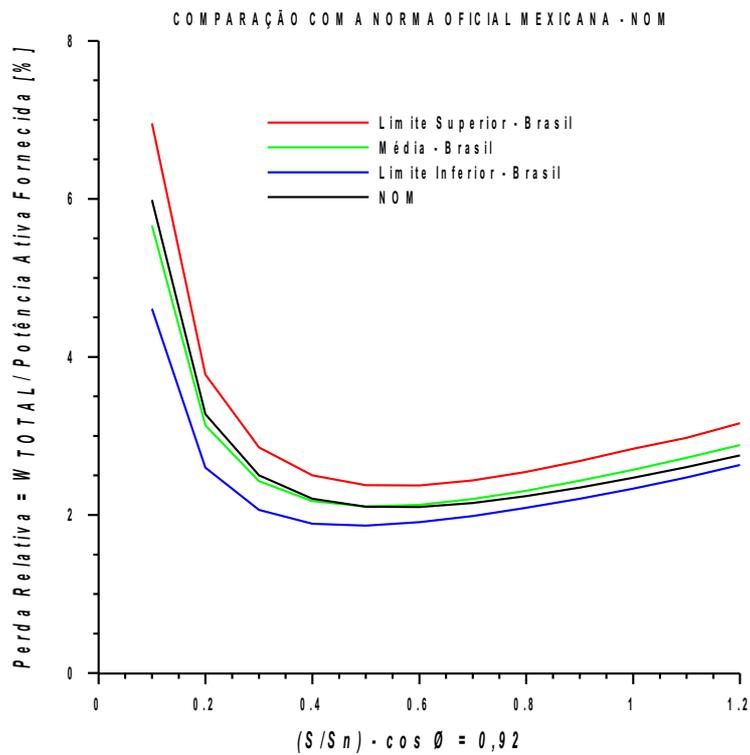


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o Padrão Brasil para 15 kVA.

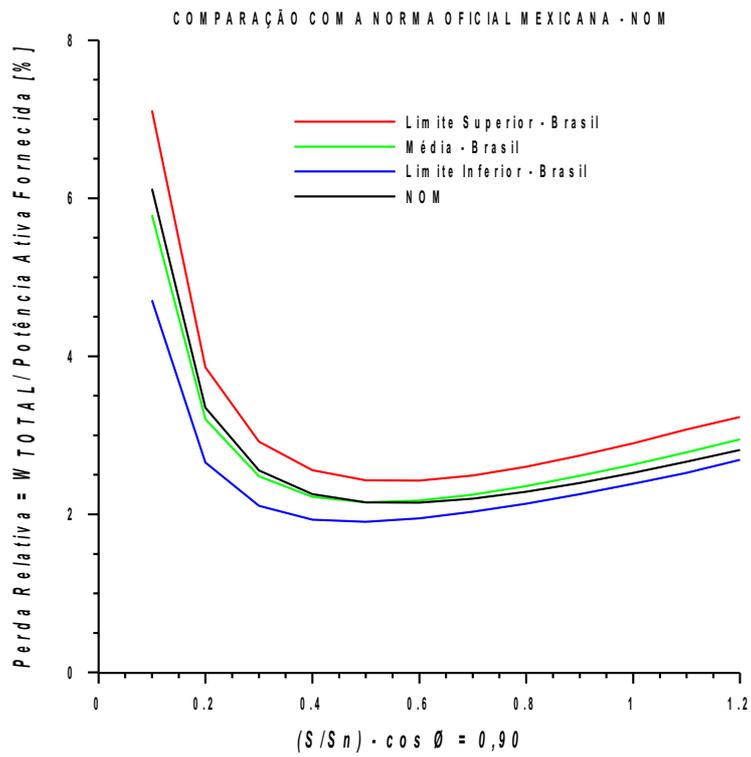


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o Padrão Brasil para 15 kVA.

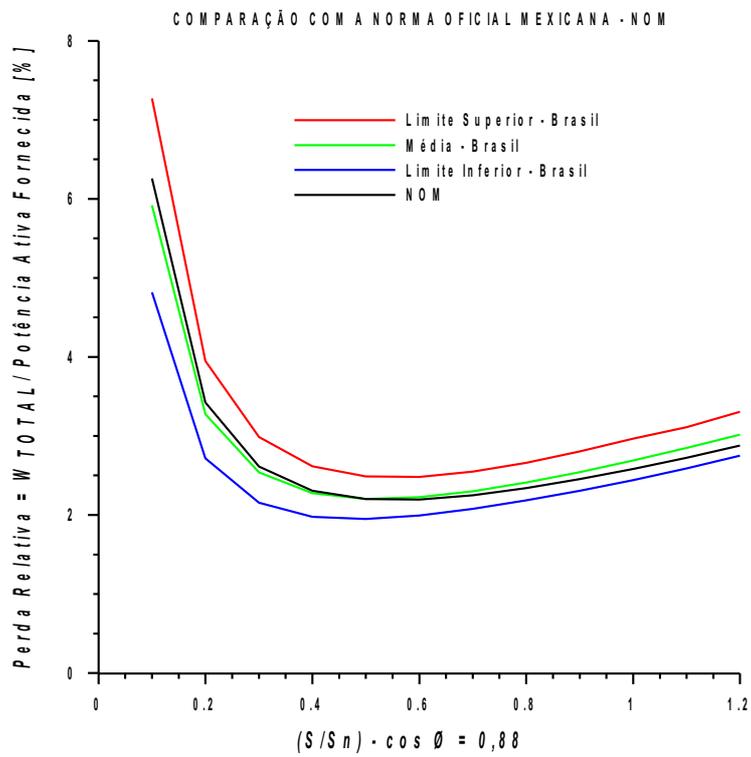


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o Padrão Brasil para 15 kVA.

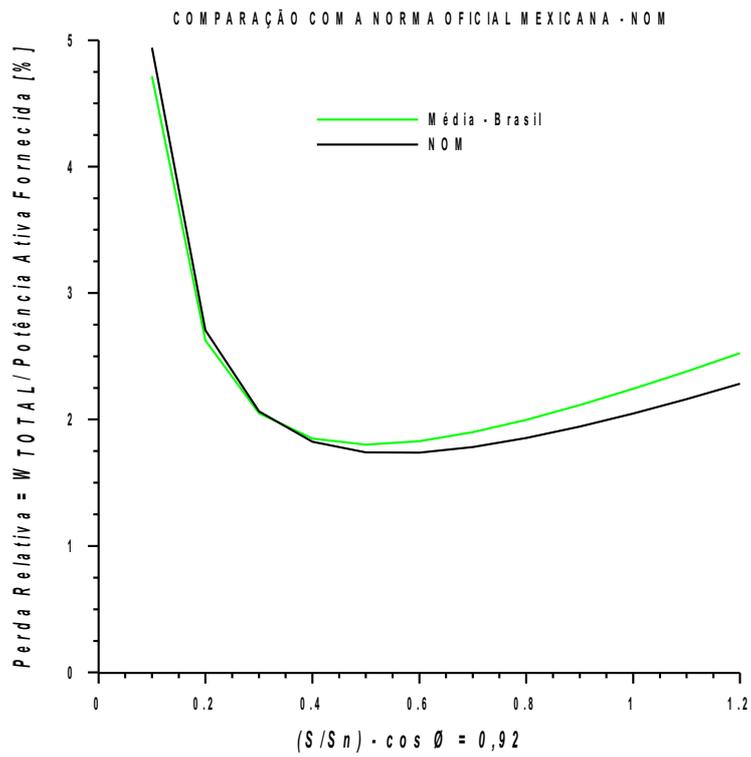


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o Padrão Brasil para 25 kVA.

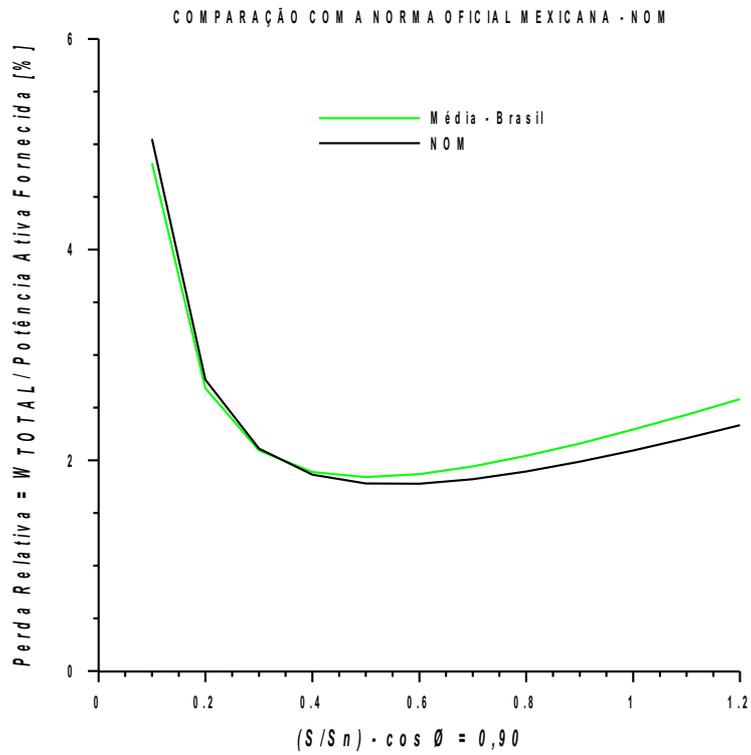


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o Padrão Brasil para 25 kVA.

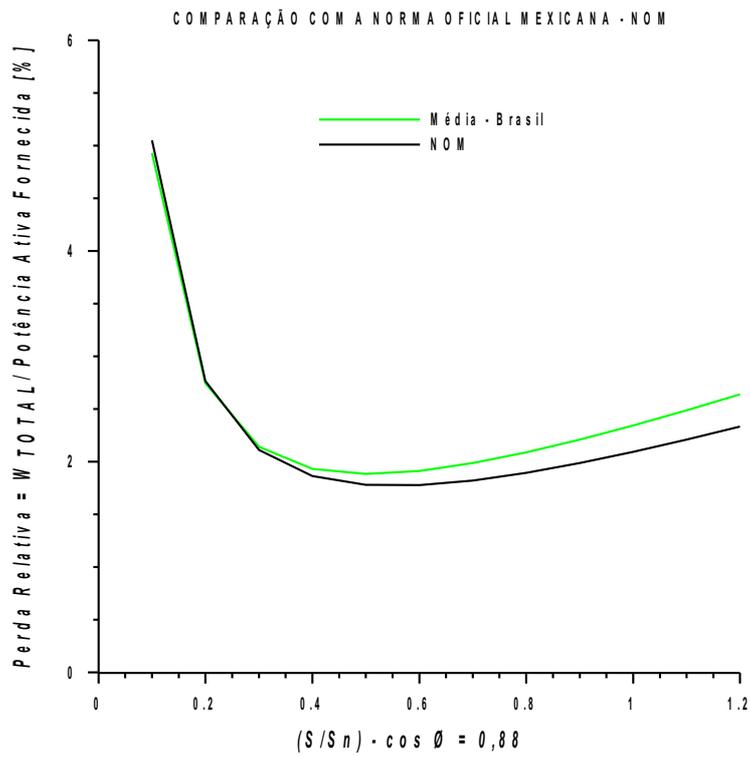


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o Padrão Brasil para 25 kVA.

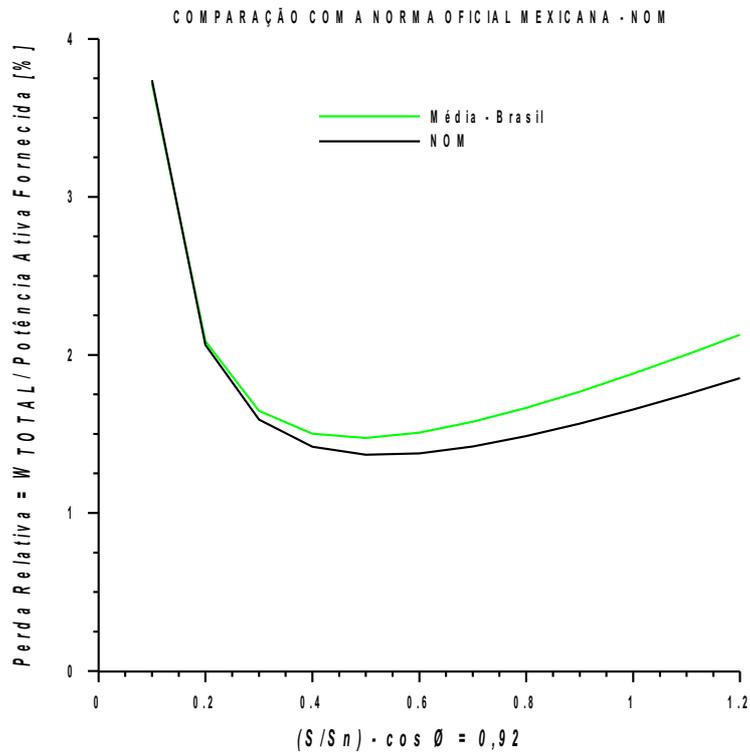


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o Padrão Brasil para 50 kVA.

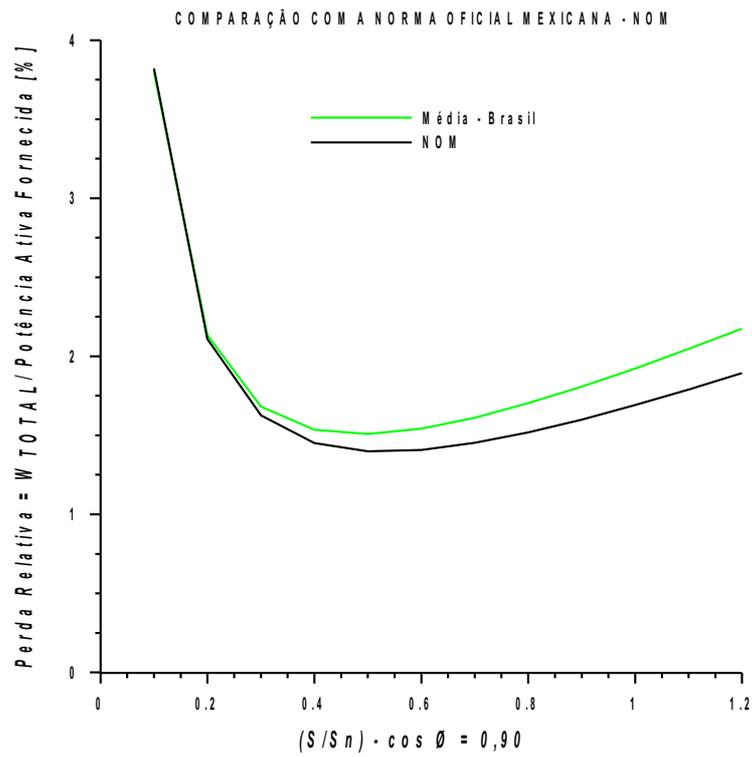


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o Padrão Brasil para 50 kVA.

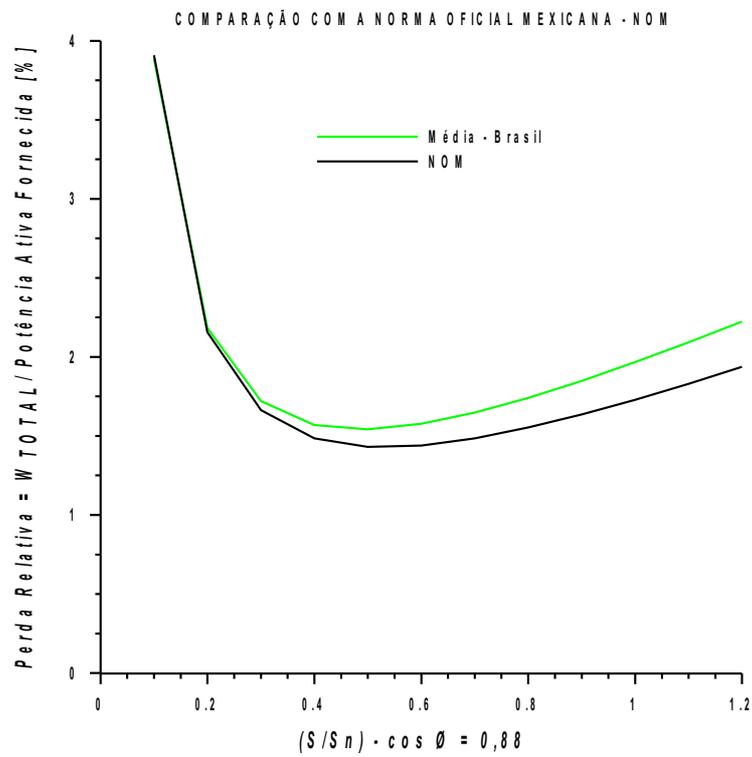


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o Padrão Brasil para 50 kVA.

Comparação de eficiência entre transformadores nacionais e a Norma Oficial Mexicana - NOM

Estado: novo
Tipo de alimentação: monofásica
Classe de isolamento: 25KV
Potências: 10kVA, 15kVA e 100kVA

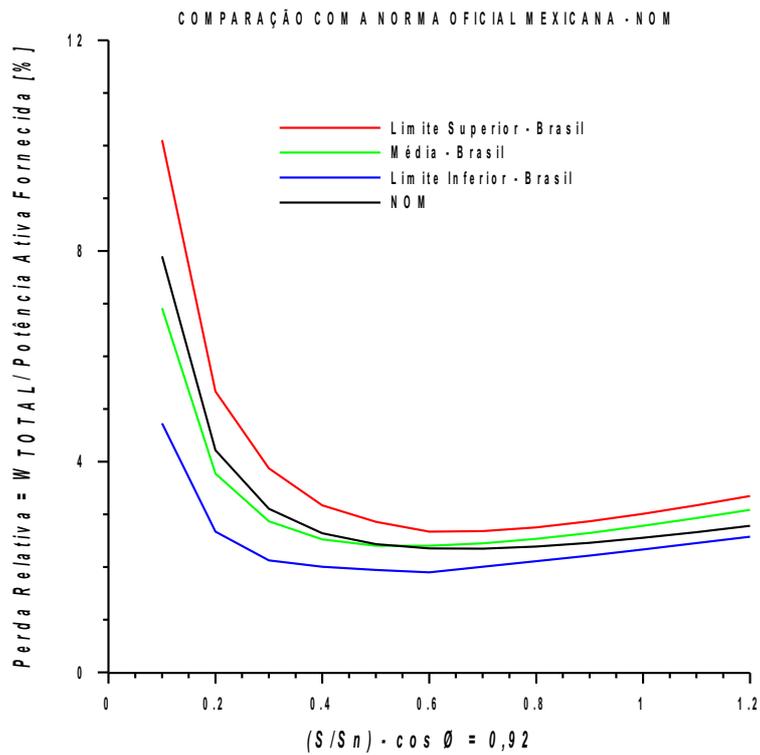


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o Padrão Brasil para 10 kVA.

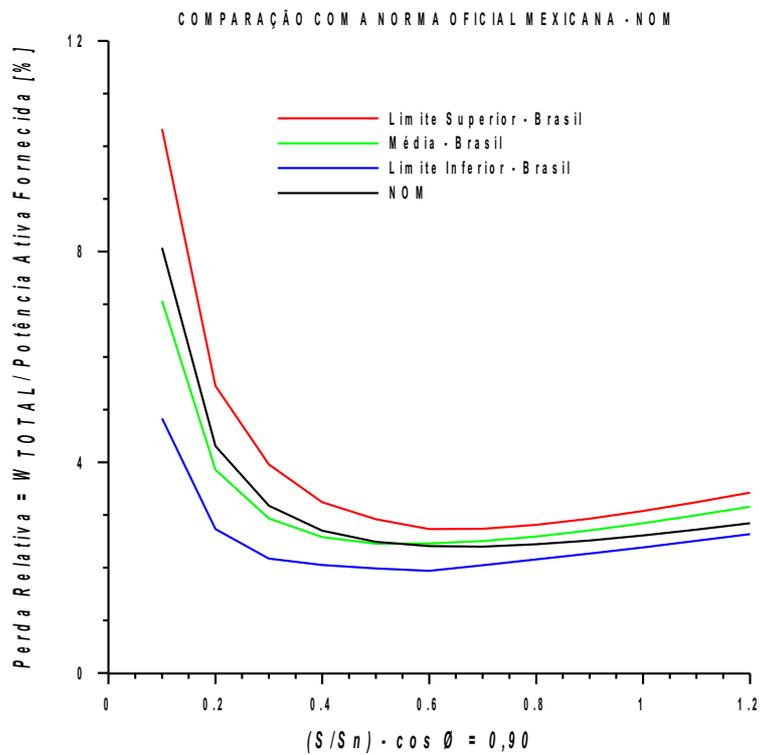


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o Padrão Brasil para 10 kVA.

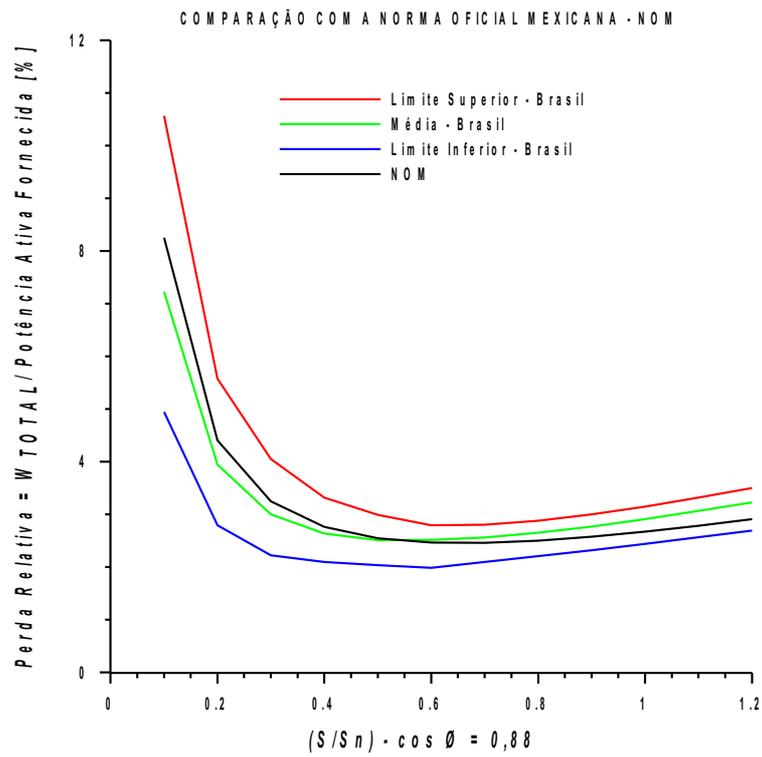


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o Padrão Brasil para 10 kVA.

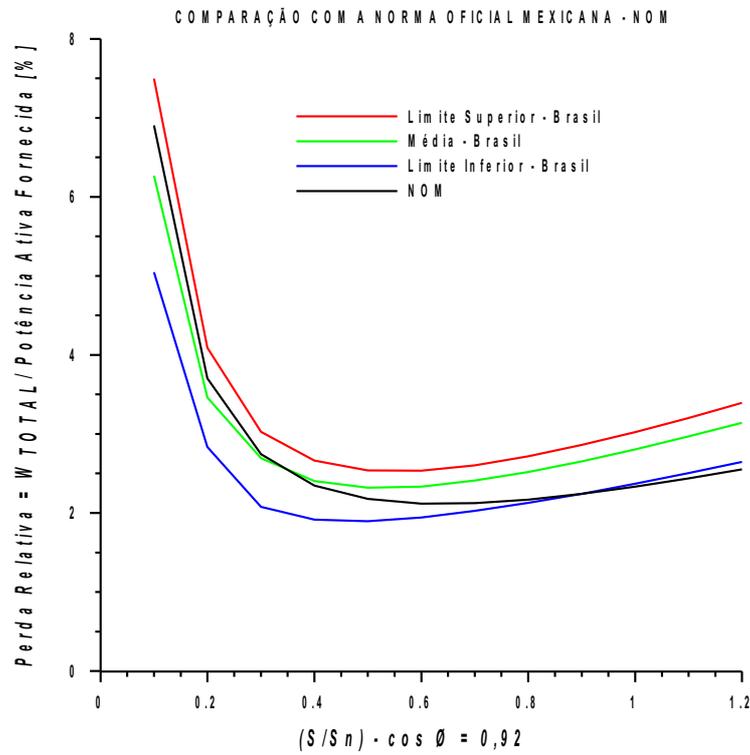


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o Padrão Brasil para 15 kVA.

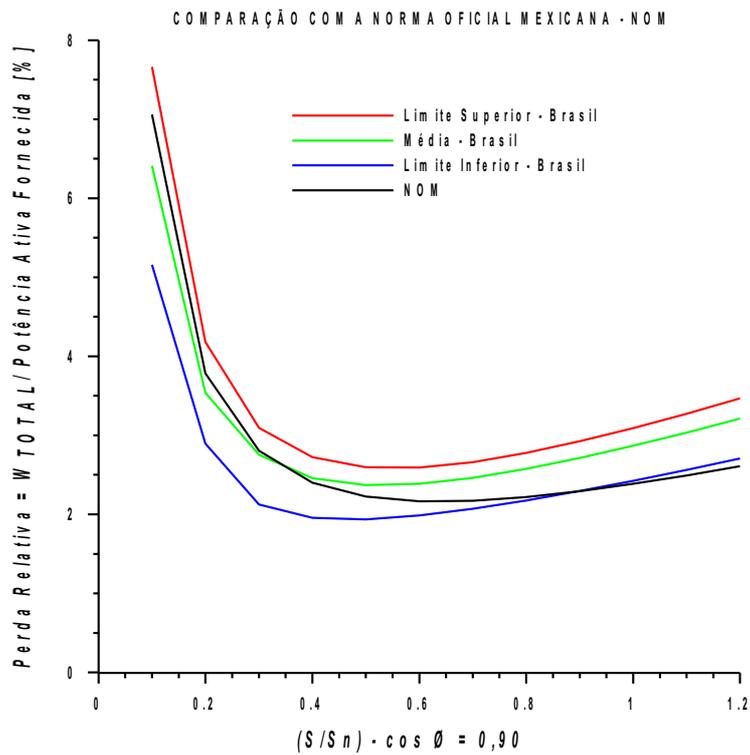


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o Padrão Brasil para 15 kVA.

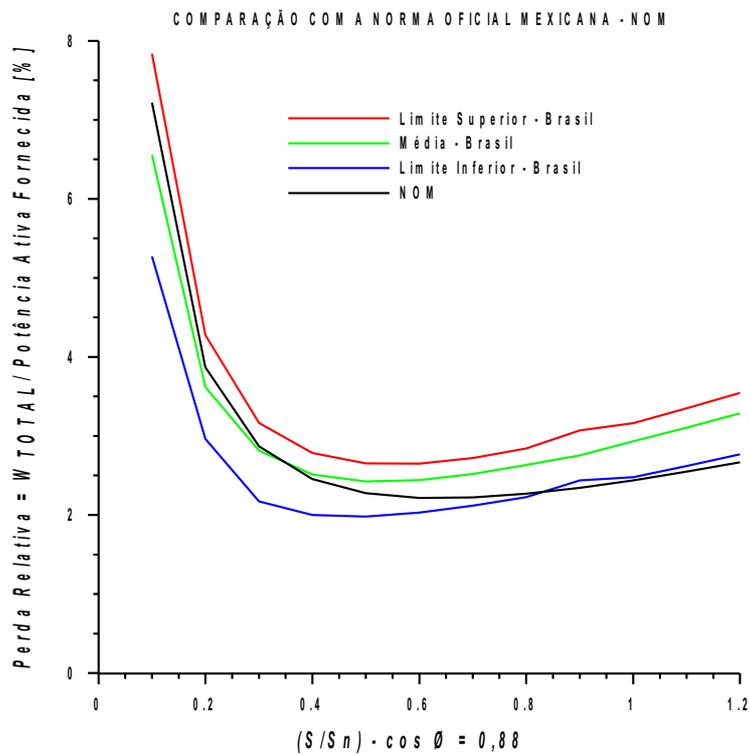


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o Padrão Brasil para 15 kVA.

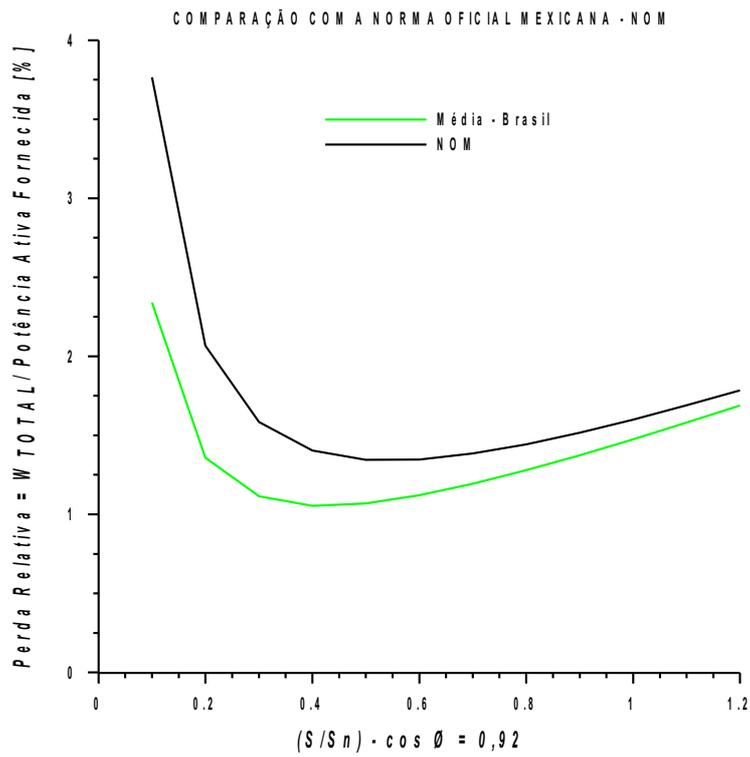


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o Padrão Brasil para 100 kVA.

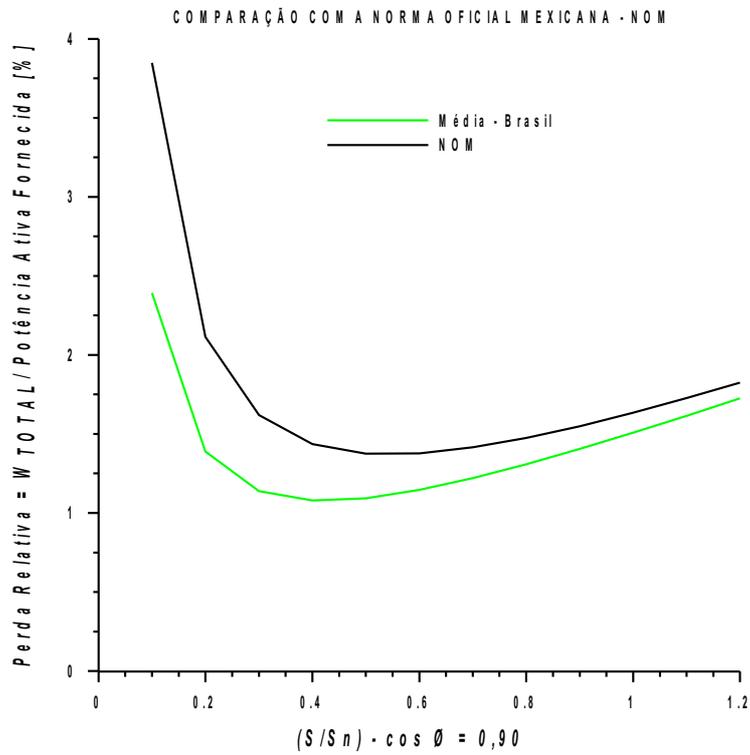


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o Padrão Brasil para 100 kVA.

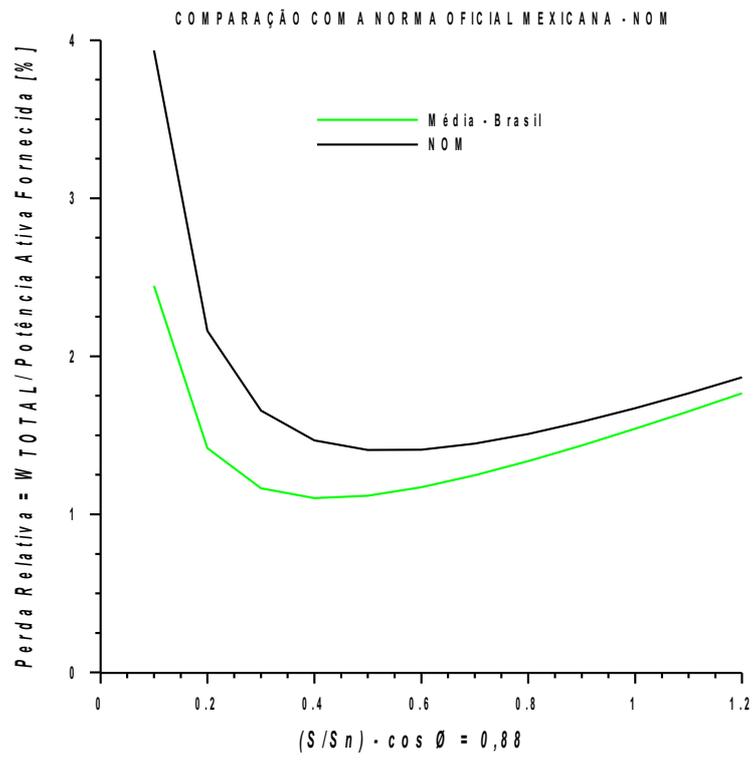


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o Padrão Brasil para 100 kVA.

ANEXO C - Gráficos referentes às comparações entre o padrão Brasil e os padrões Europa, China e México para transformadores de distribuição monofásicos, novos.

Comparação de eficiência entre transformadores nacionais e a ABNT

Estado: Reformado
Tipo de alimentação: monofásica
Classe de isolamento: 15KV
Potências: 10kVA, 15kVA, 25kVA e 50kVA

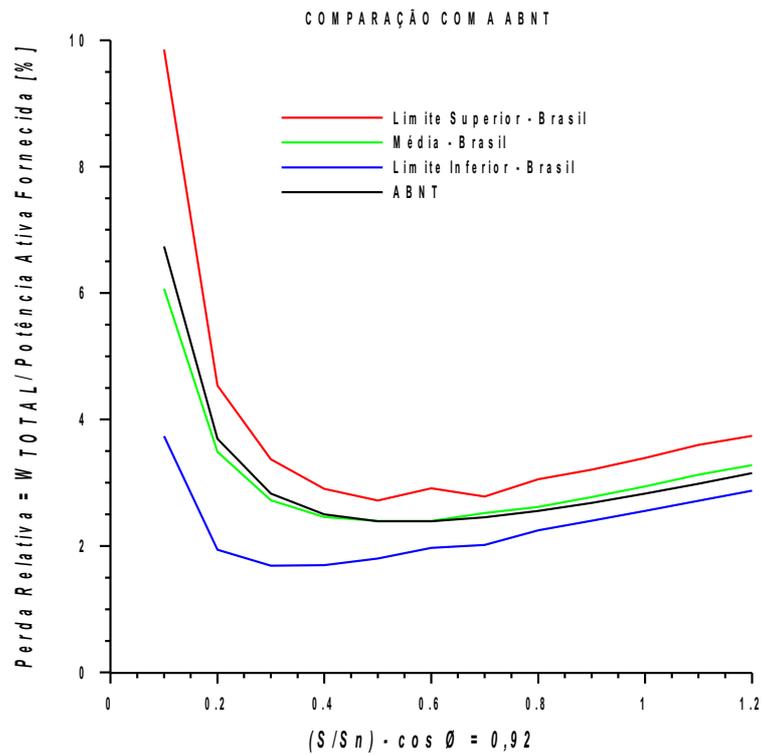


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão Brasil e a ABNT para 10 kVA.

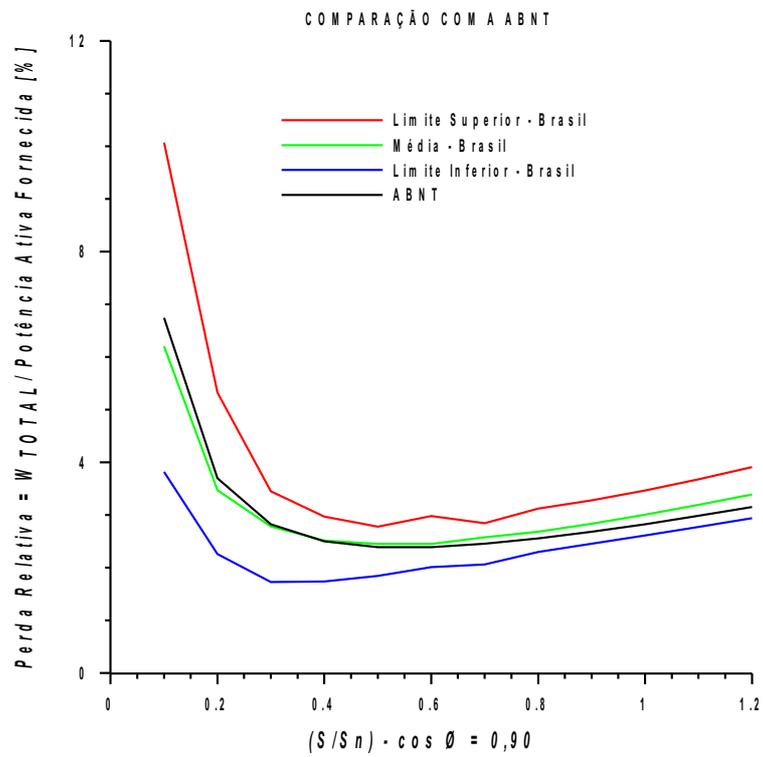


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão Brasil e a ABNT para 10 kVA.

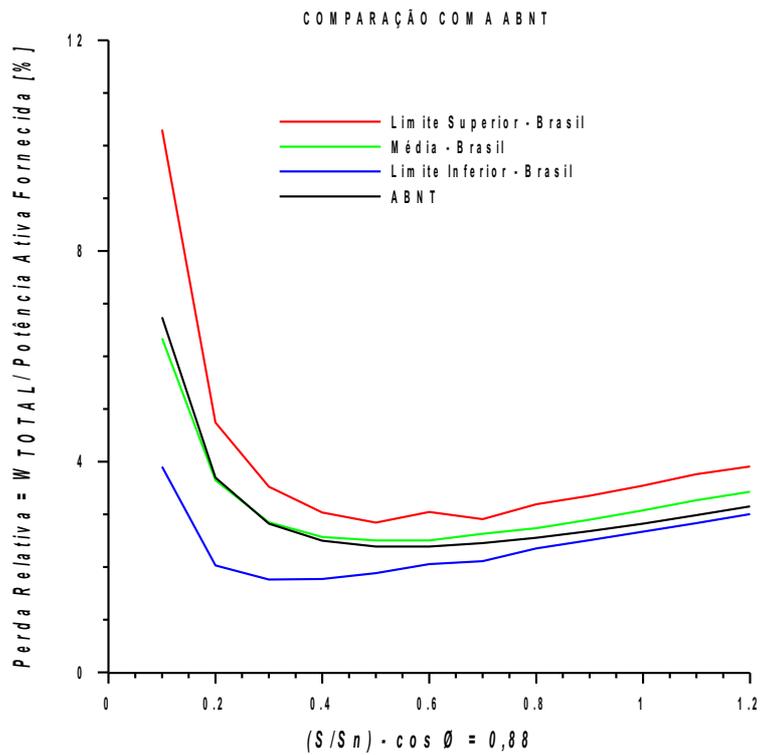


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão Brasil e a ABNT para 10 kVA.

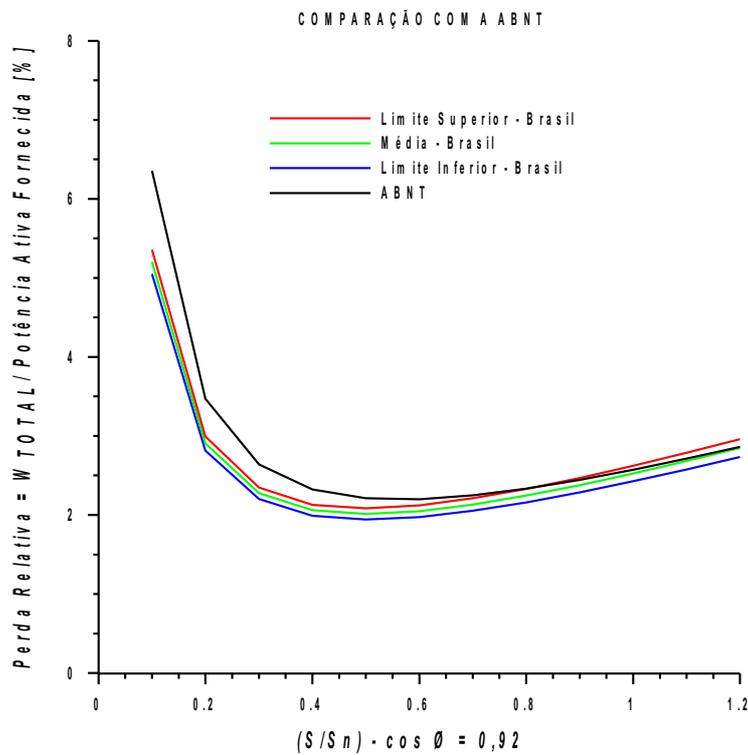


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão Brasil e a ABNT para 15 kVA.

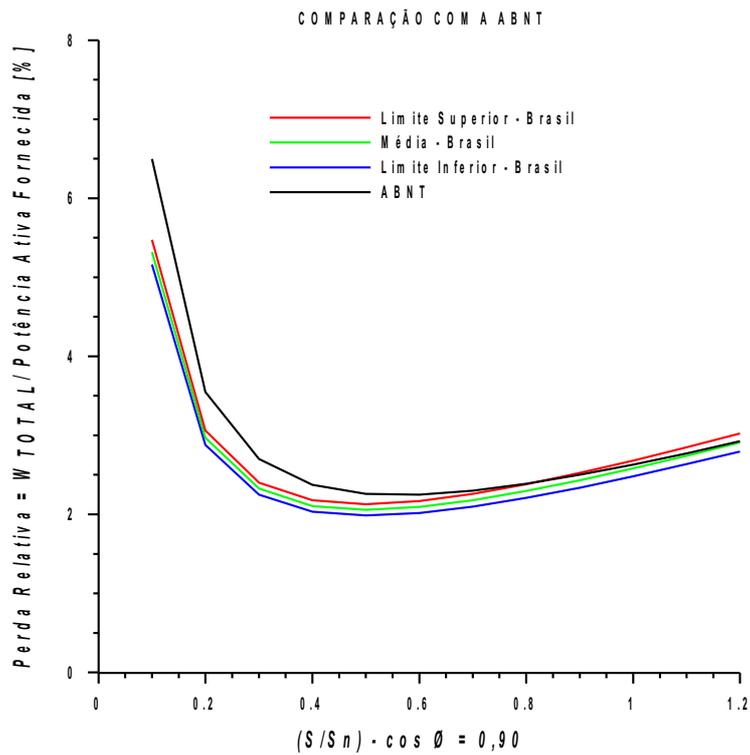


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão Brasil e a ABNT para 15 kVA.

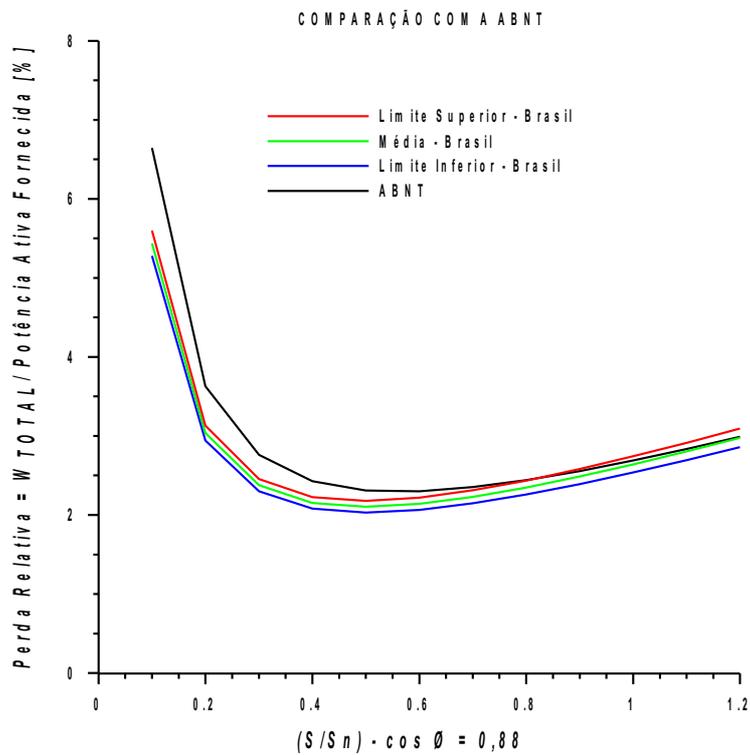


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão Brasil e a ABNT para 15 kVA.

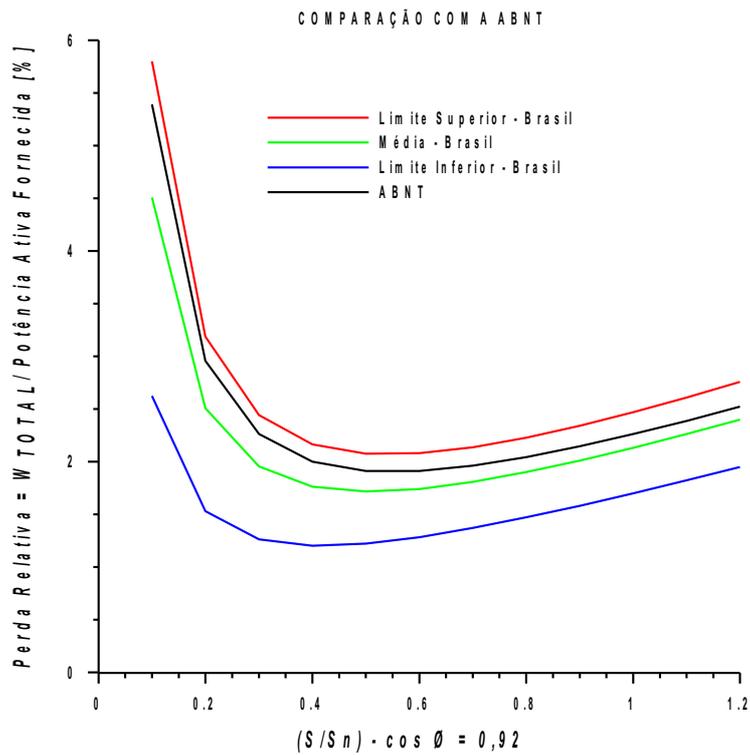


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão Brasil e a ABNT para 25 kVA.

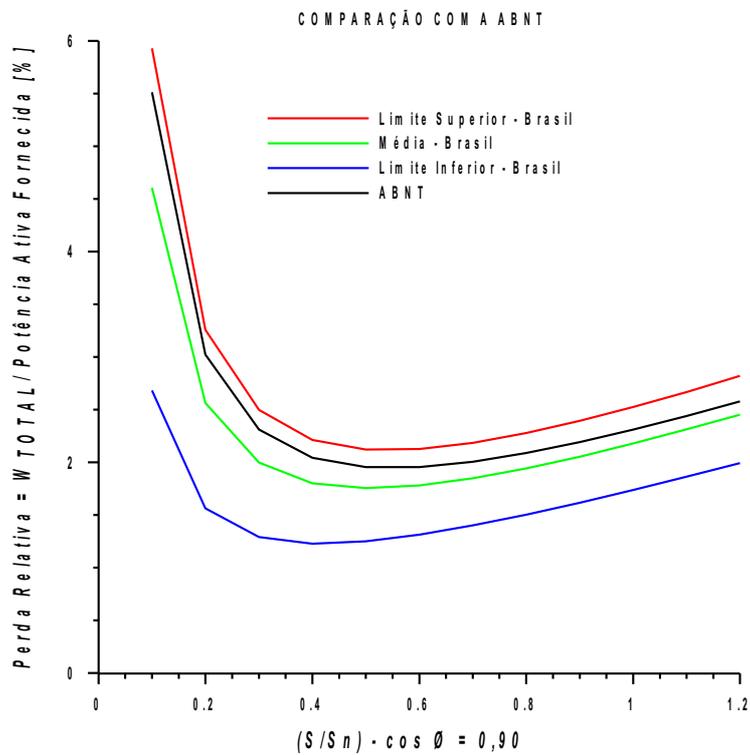


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão Brasil e a ABNT para 25 kVA.

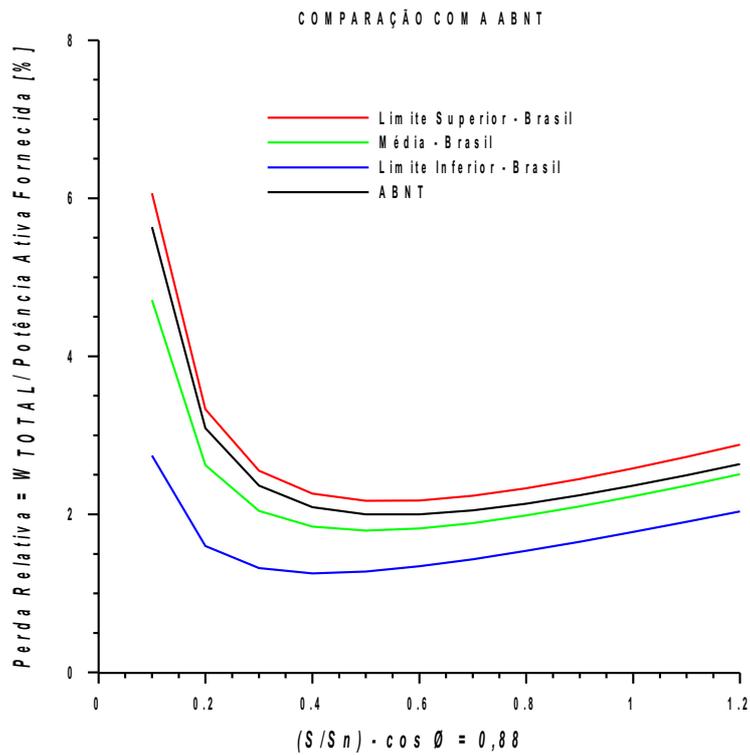


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão Brasil e a ABNT para 25 kVA.

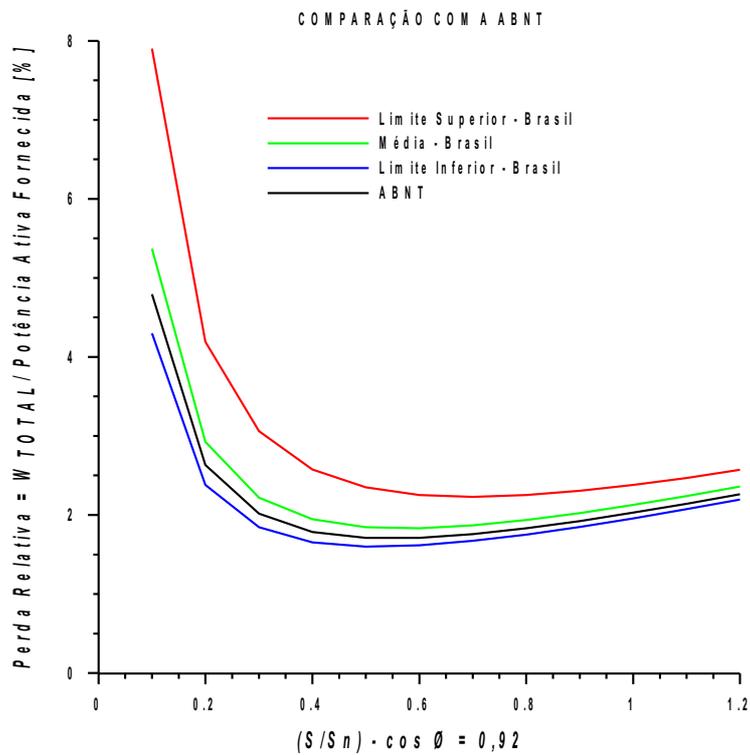


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão Brasil e a ABNT para 37,5 kVA.

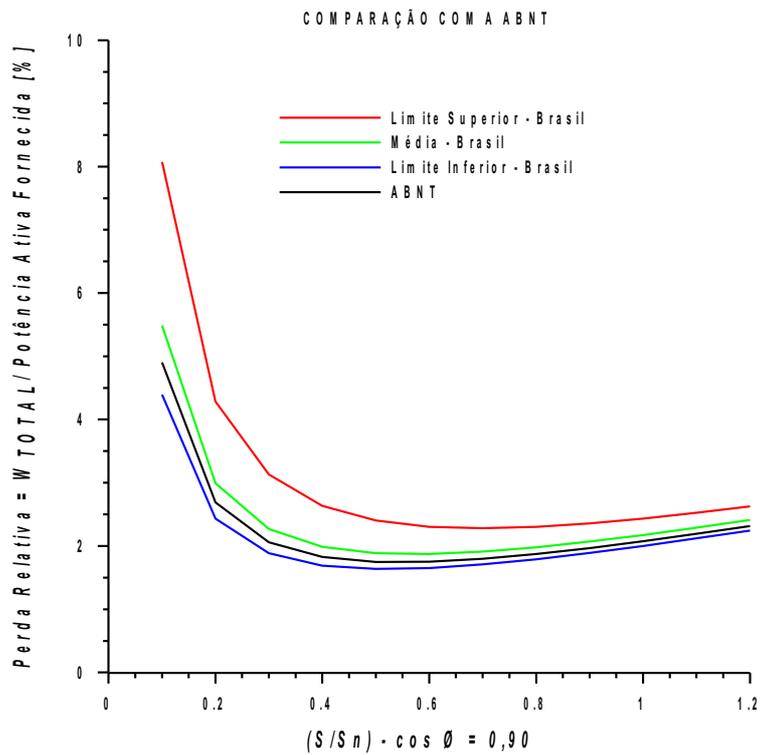


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão Brasil e a ABNT para 37,5 kVA.

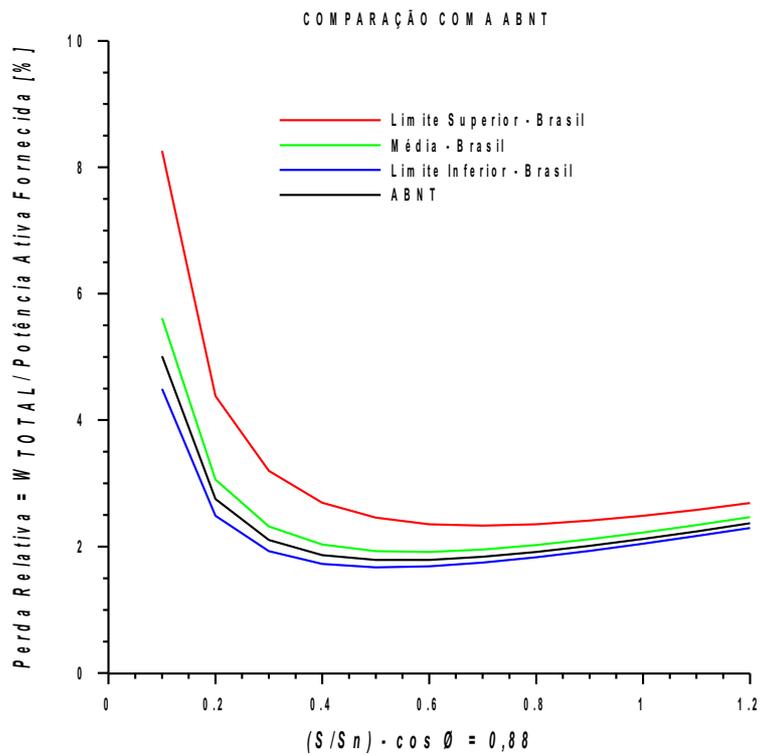


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão Brasil e a ABNT para 37,5 kVA.

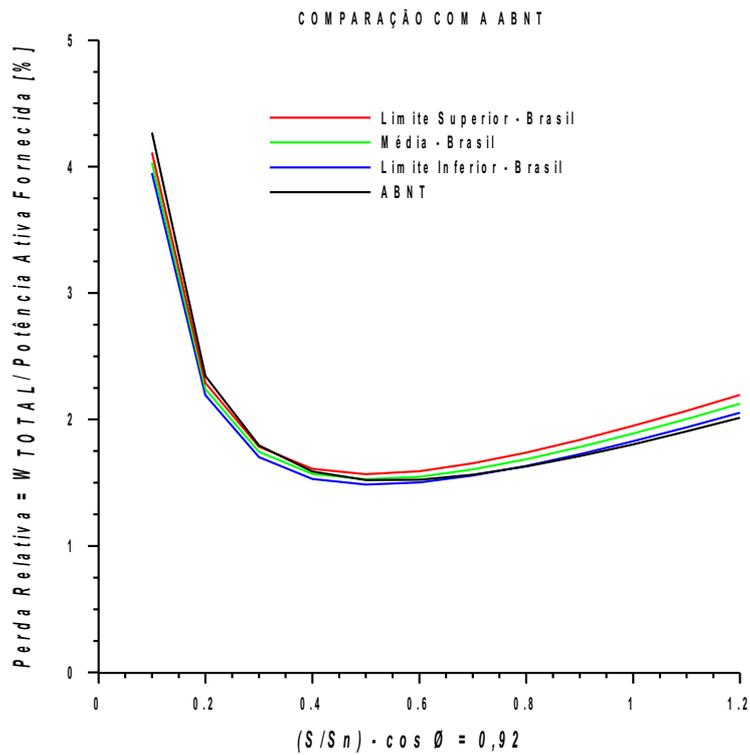


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão Brasil e a ABNT para 50 kVA.

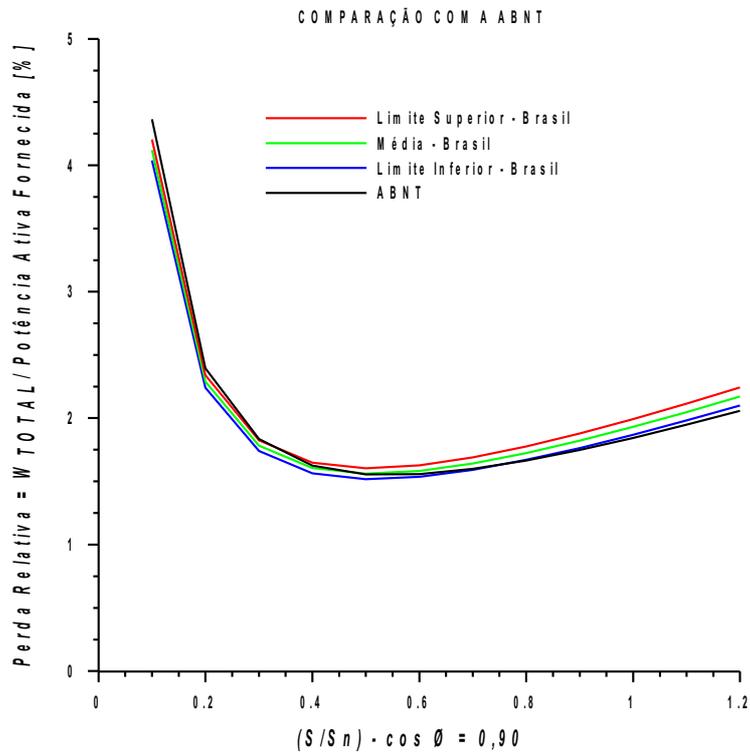


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão Brasil e a ABNT para 50 kVA.

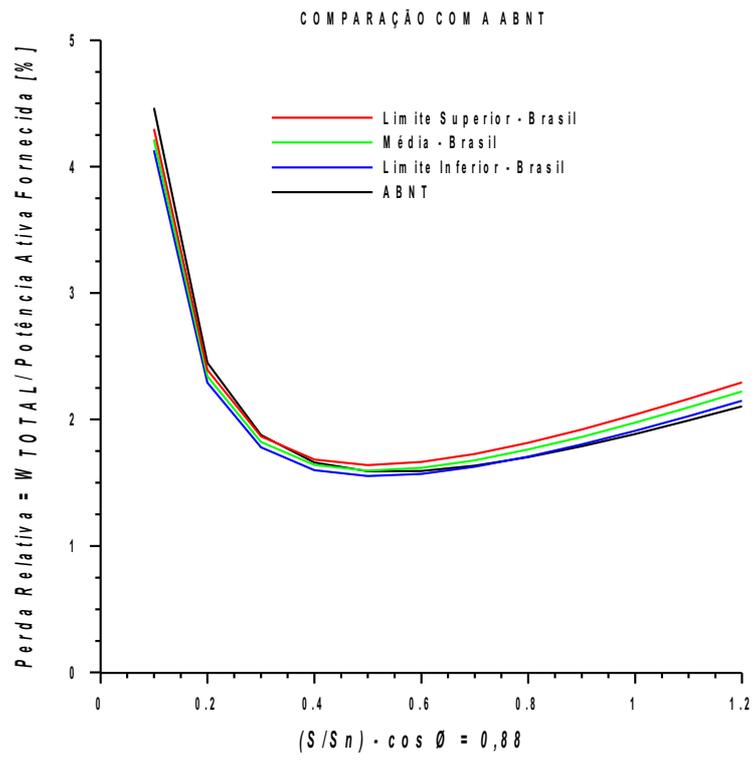


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão Brasil e a ABNT para 50 kVA.

Comparação de eficiência entre transformadores nacionais e a ABNT

Estado: reformado
Tipo de alimentação: monofásica
Classe de isolamento: 25KV
Potências: 10kVA e 15kVA

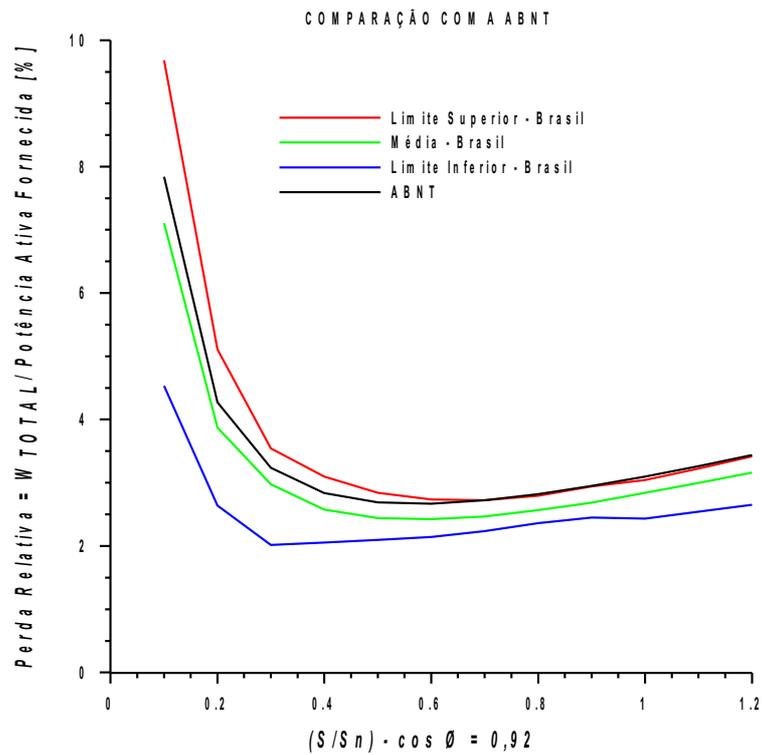


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão Brasil e a ABNT para 10 kVA.

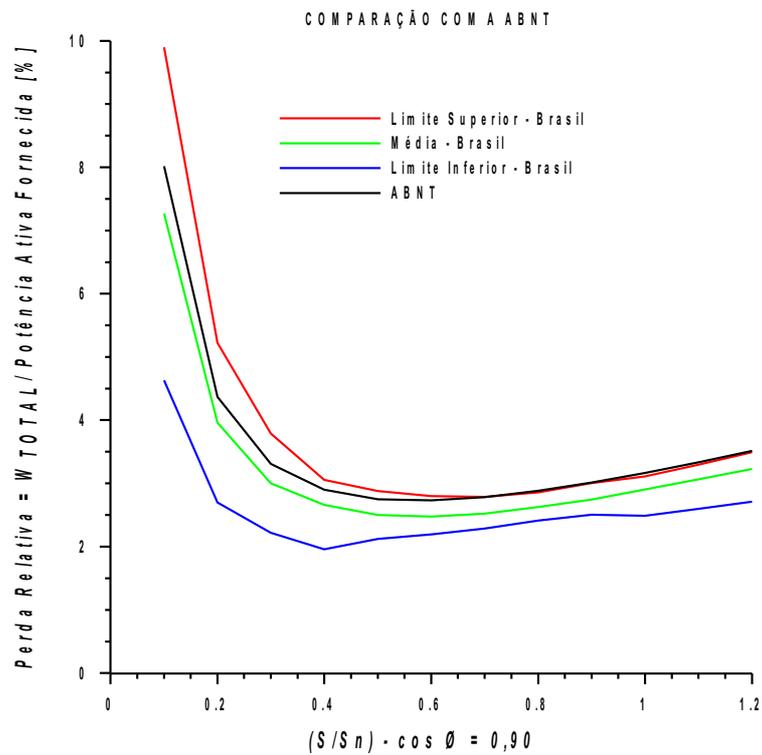


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão Brasil e a ABNT para 10 kVA.

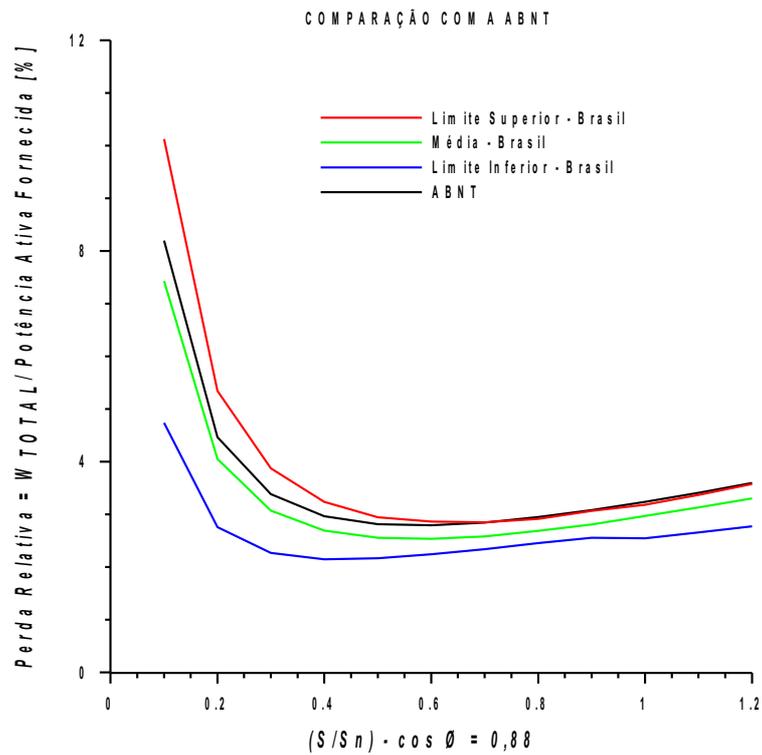


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão Brasil e a ABNT para 10 kVA.

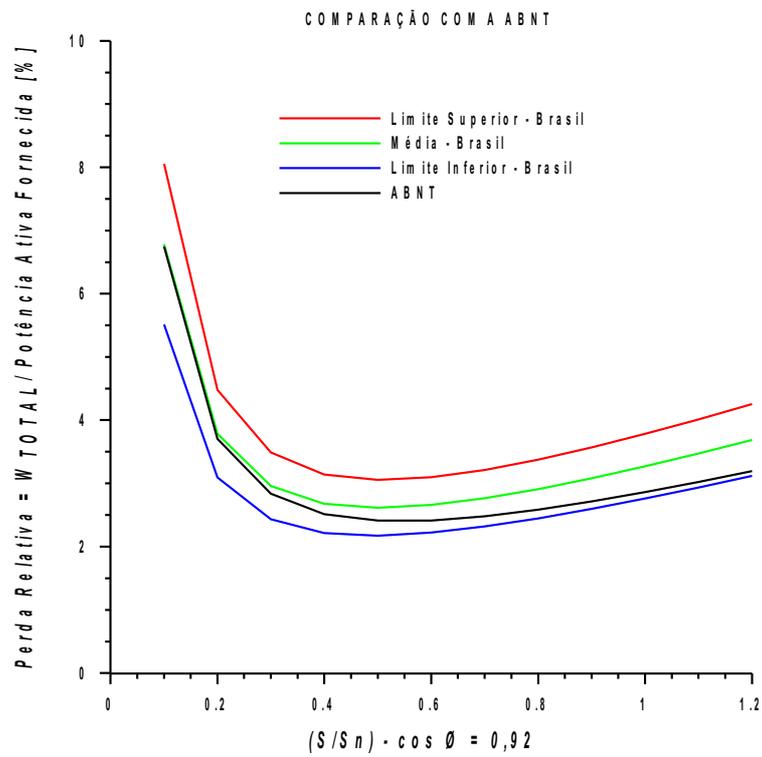


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão Brasil e a ABNT para 15 kVA.

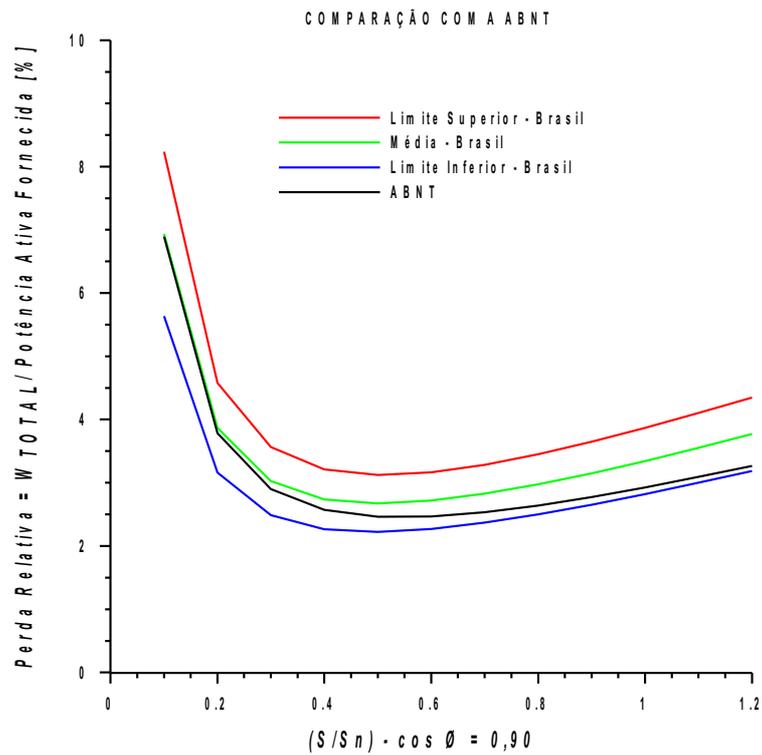


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão Brasil e a ABNT para 15 kVA.

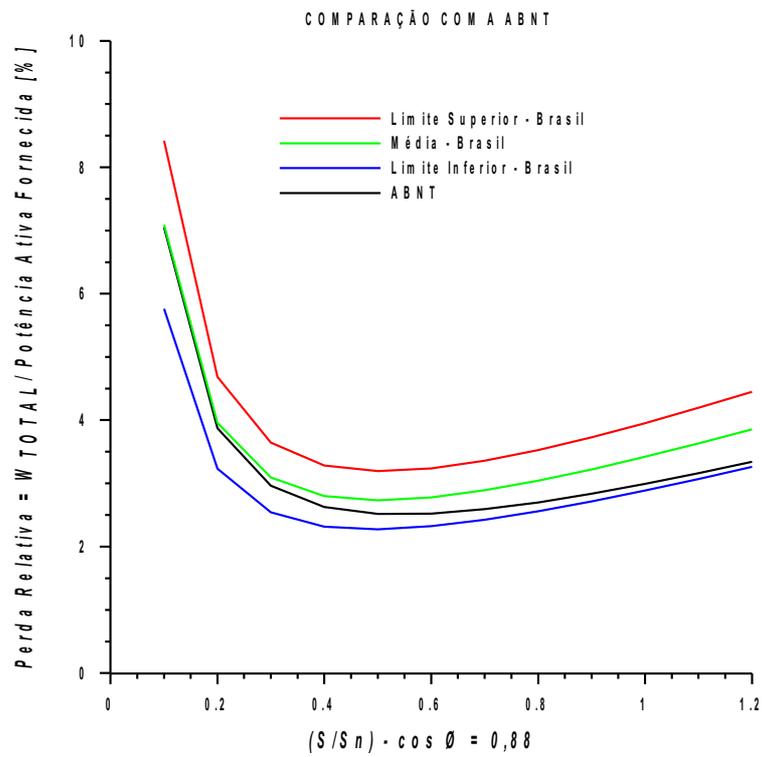


Figura - Comparação das perdas entre o Padrão Brasil e a ABNT para 15 kVA.

Comparação de eficiência referentes a transformadores nacionais e a Norma Oficial Mexicana –
NOM

Estado: Reformado
Tipo de alimentação: monofásica
Classe de isolamento: 15KV
Potências: 10kVA, 15kVA, 25kVA, 37,5kVA e 50kVA

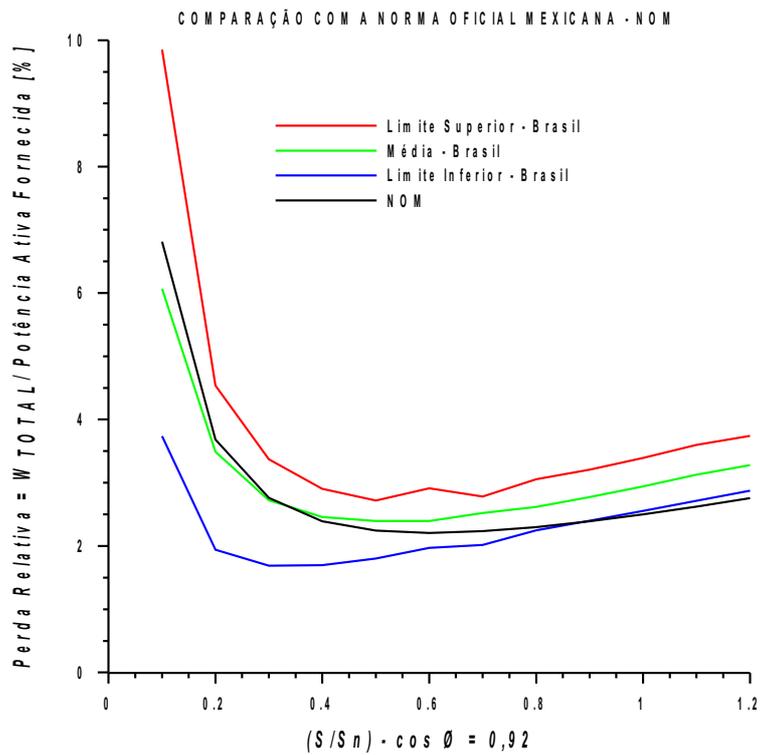


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o Padrão Brasil para 10 kVA.

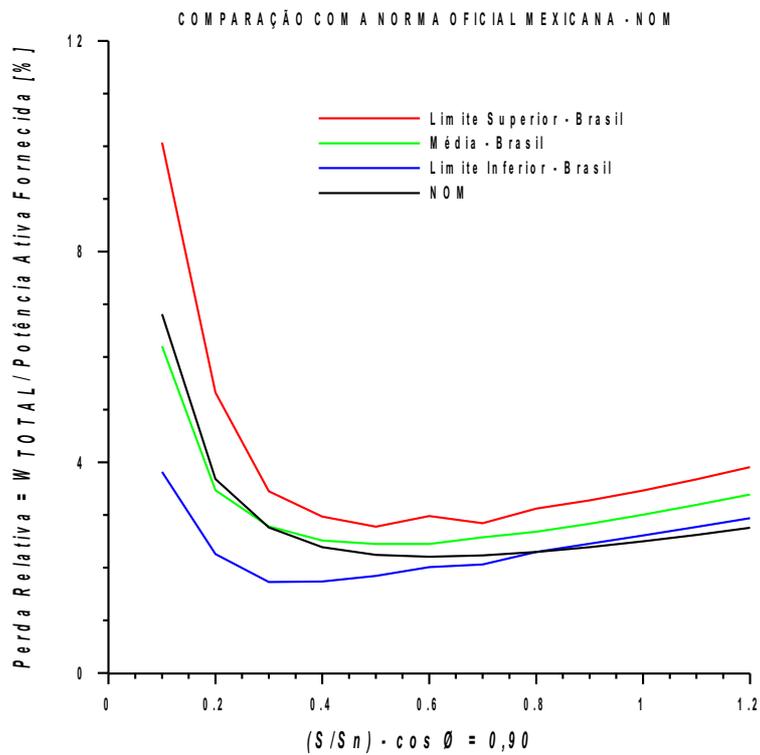


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o Padrão Brasil para 10 kVA.

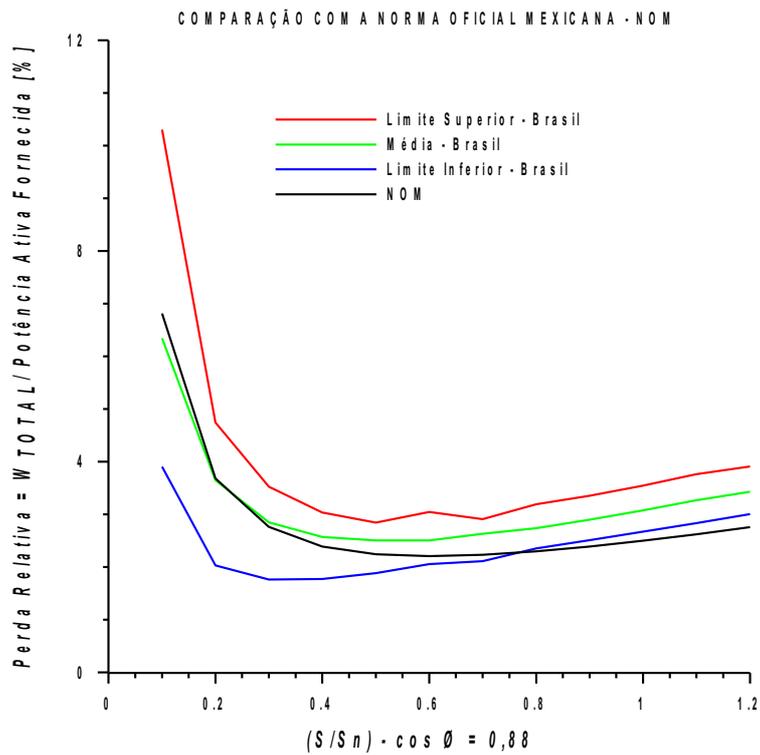


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o Padrão Brasil para 10 kVA.

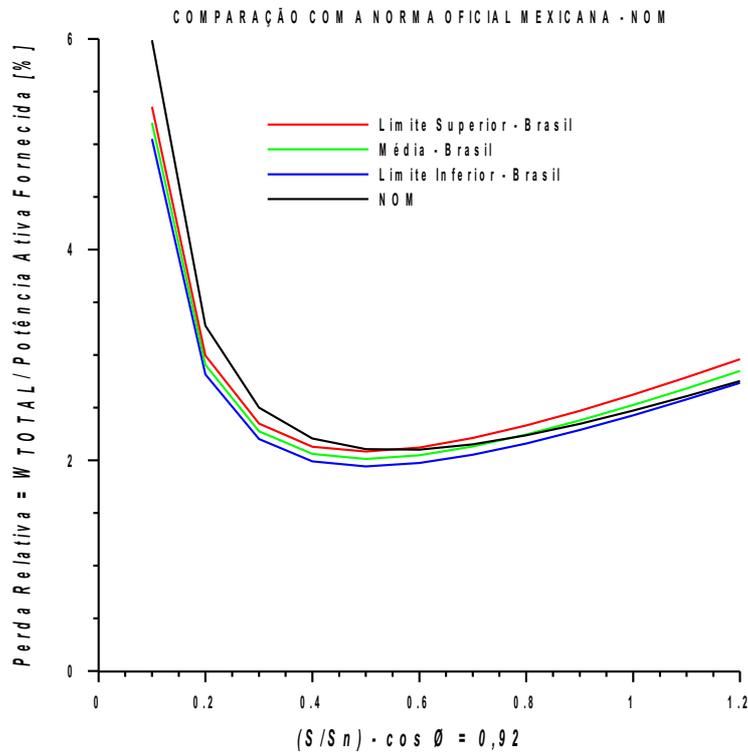


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o Padrão Brasil para 15 kVA.

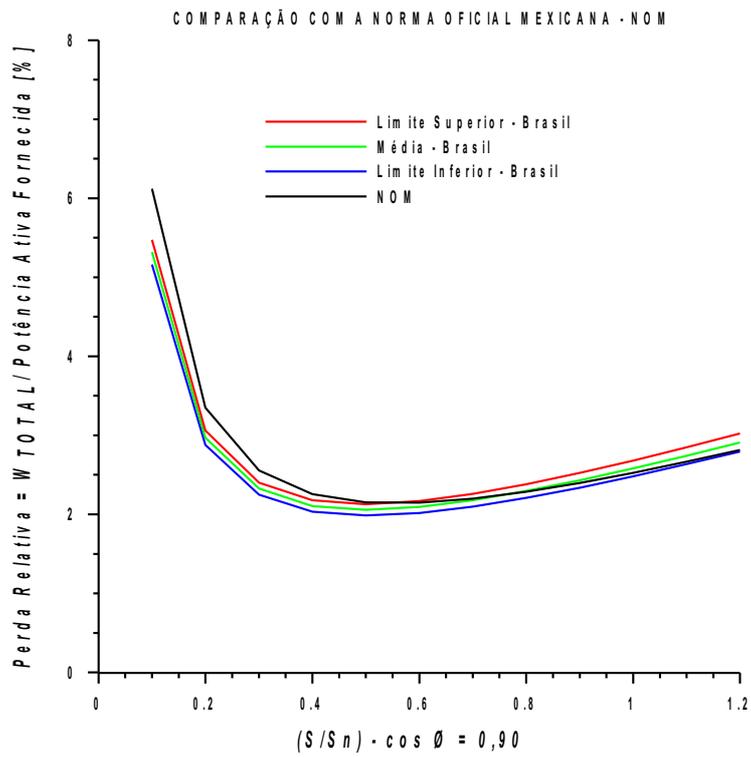


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o Padrão Brasil para 15 kVA.

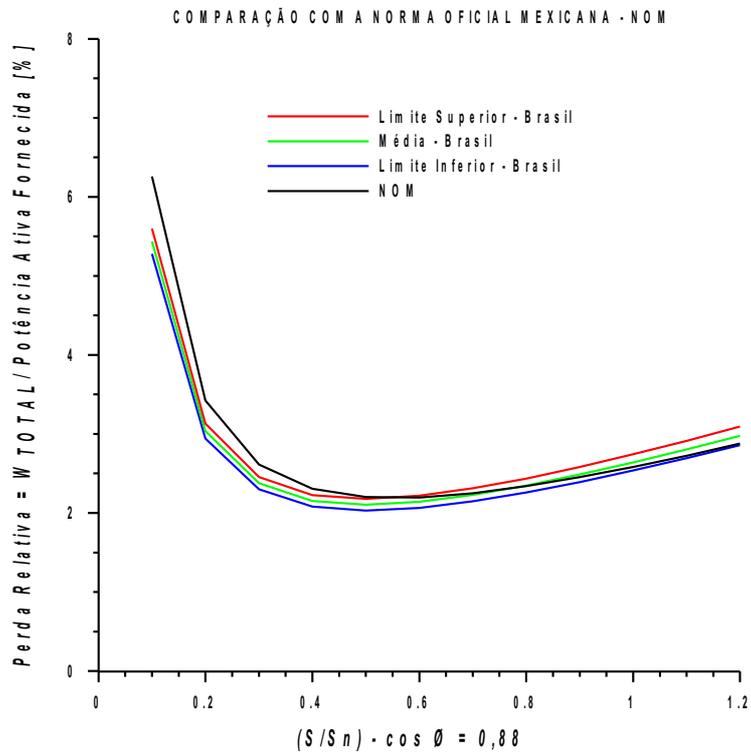


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o Padrão Brasil para 15 kVA.

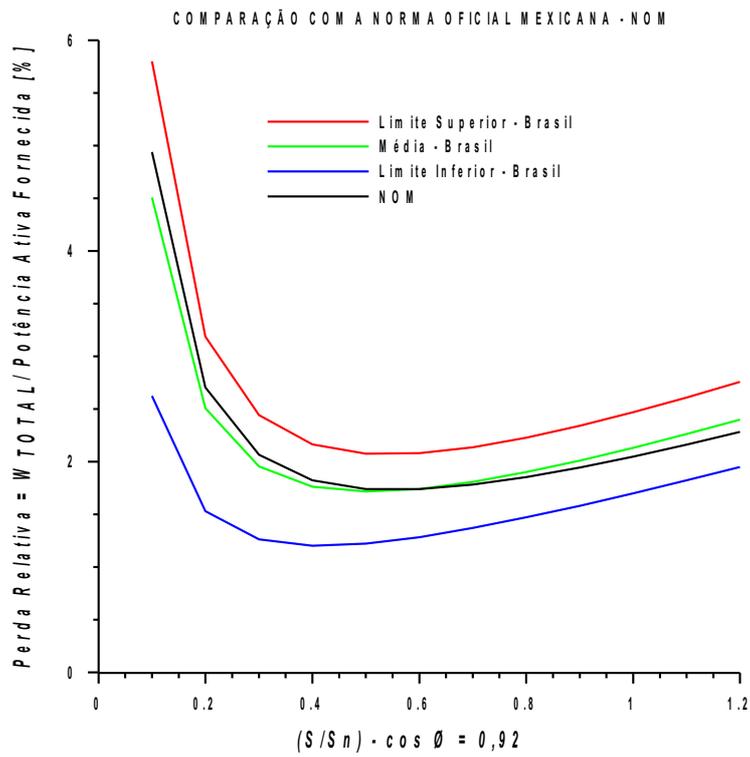


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o Padrão Brasil para 25 kVA.

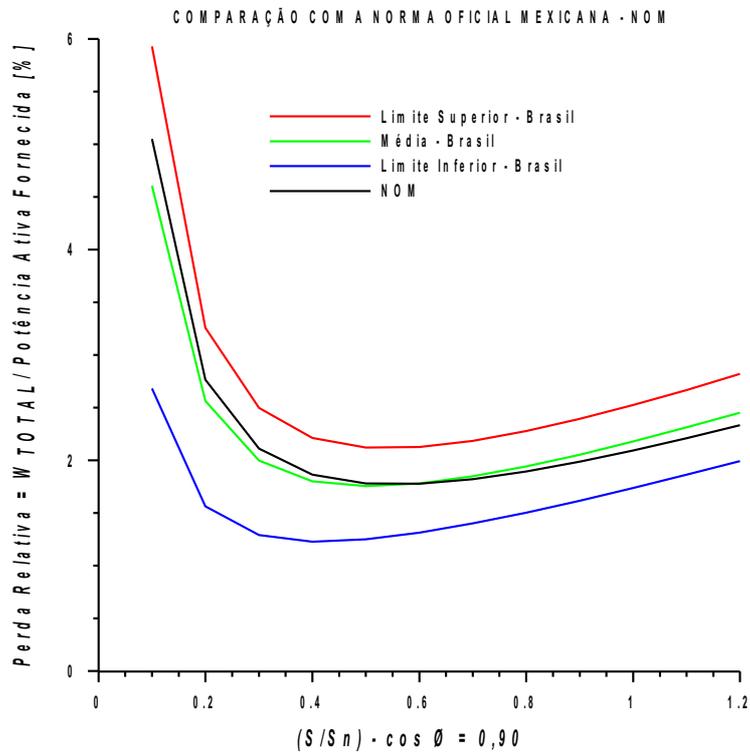


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o Padrão Brasil para 25 kVA.

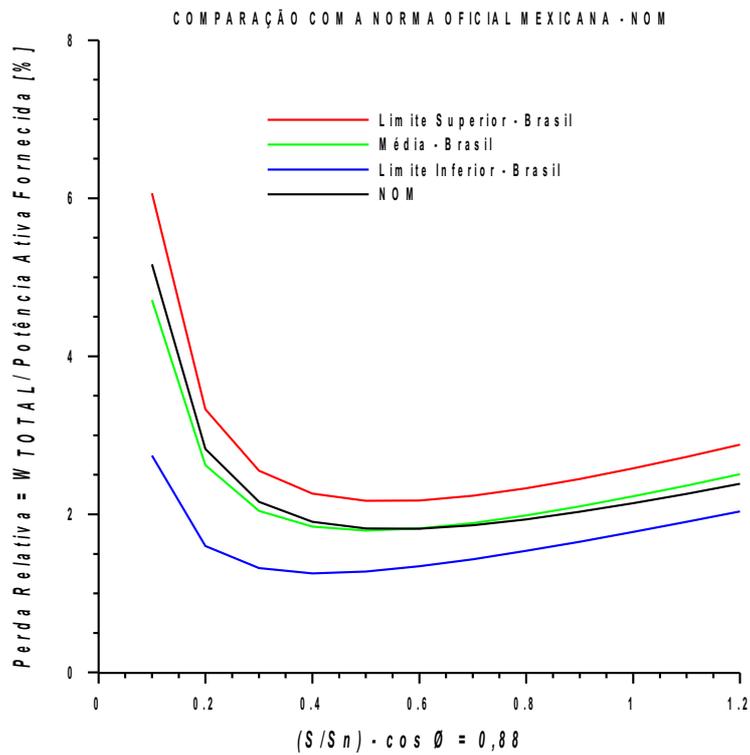


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o Padrão Brasil para 25 kVA.

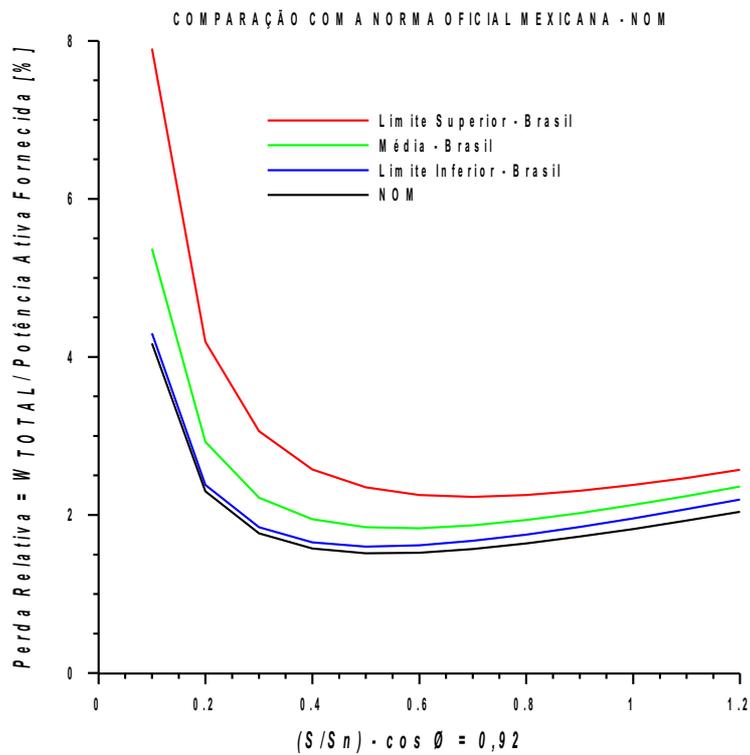


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o Padrão Brasil para 37,5 kVA.

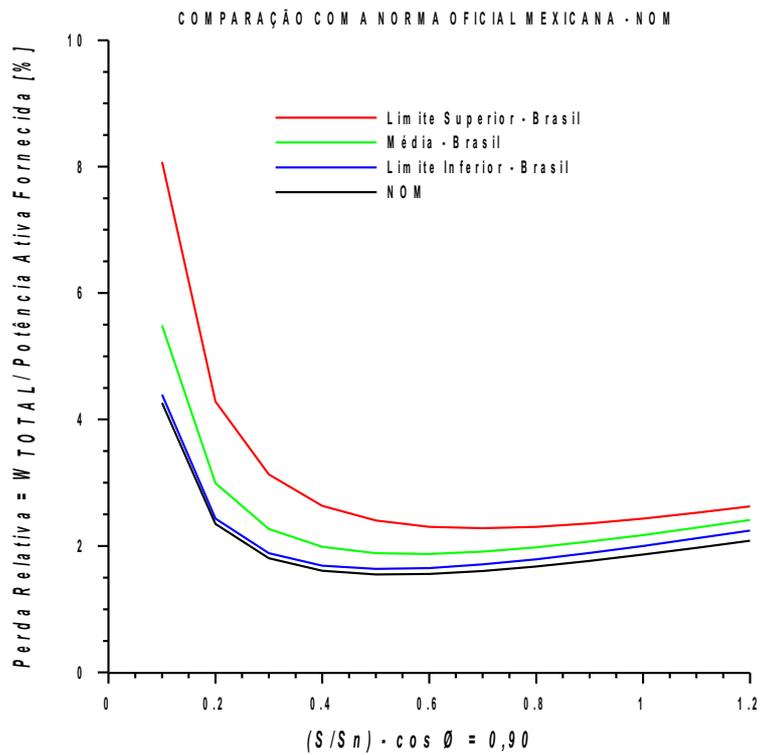


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o Padrão Brasil para 37,5 kVA.

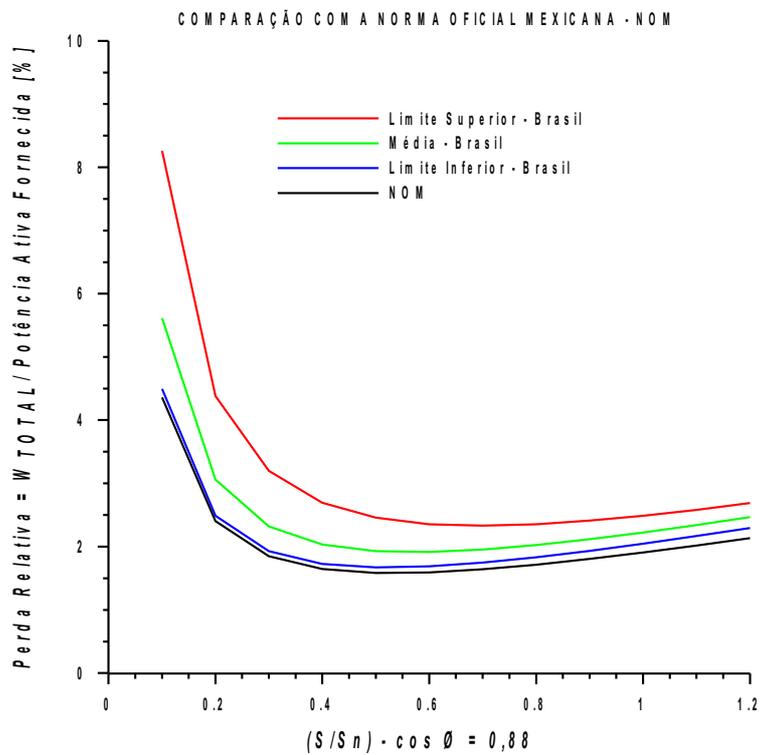


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o Padrão Brasil para 37,5 kVA.

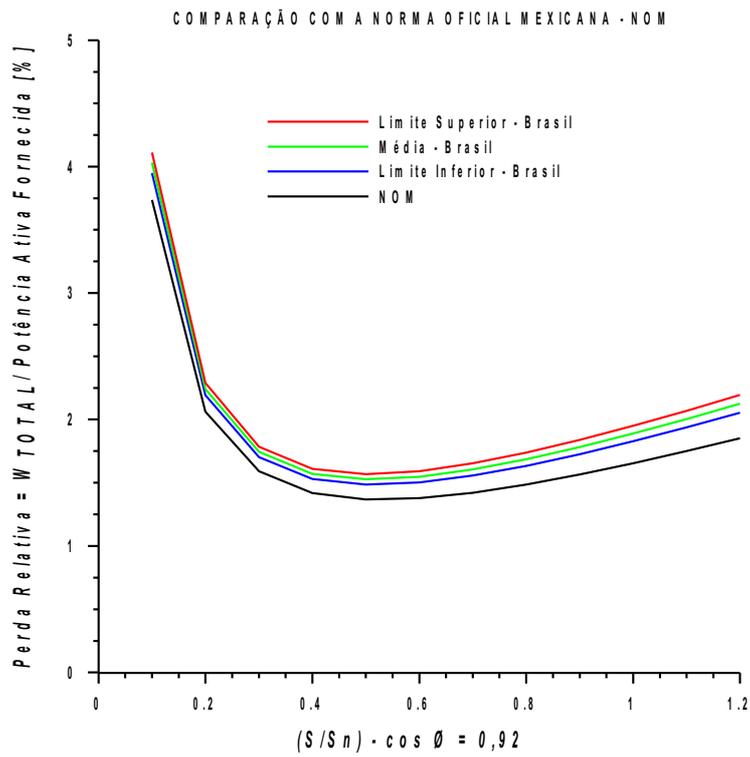


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o Padrão Brasil para 50 kVA.

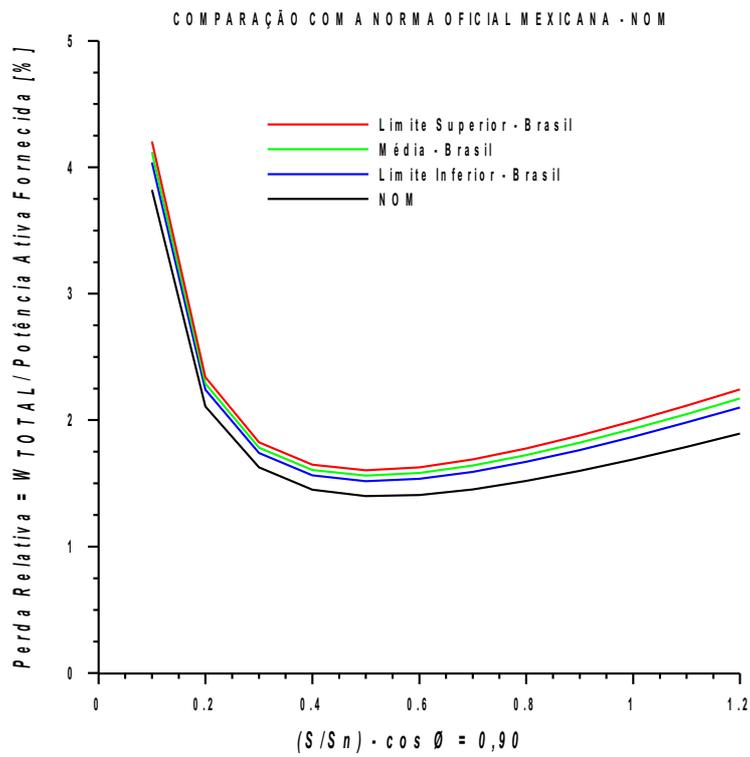


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o Padrão Brasil para 50 kVA.

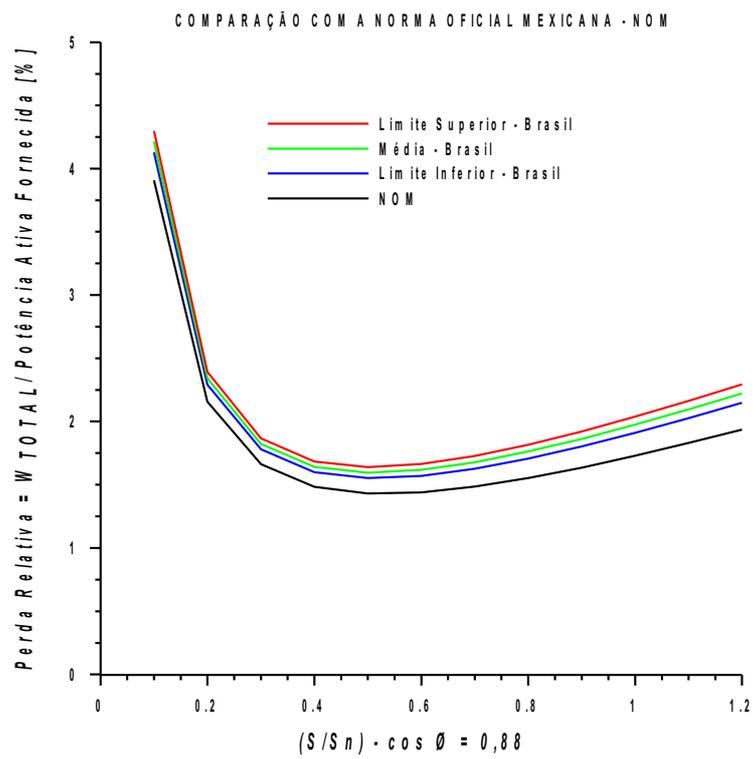


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o Padrão Brasil para 50 kVA.

Comparação de eficiência entre transformadores nacionais e a Norma Oficial Mexicana

Estado: reformado
Tipo de alimentação: monofásica
Classe de isolamento: 25KV
Potências: 10kVA e 15kVA

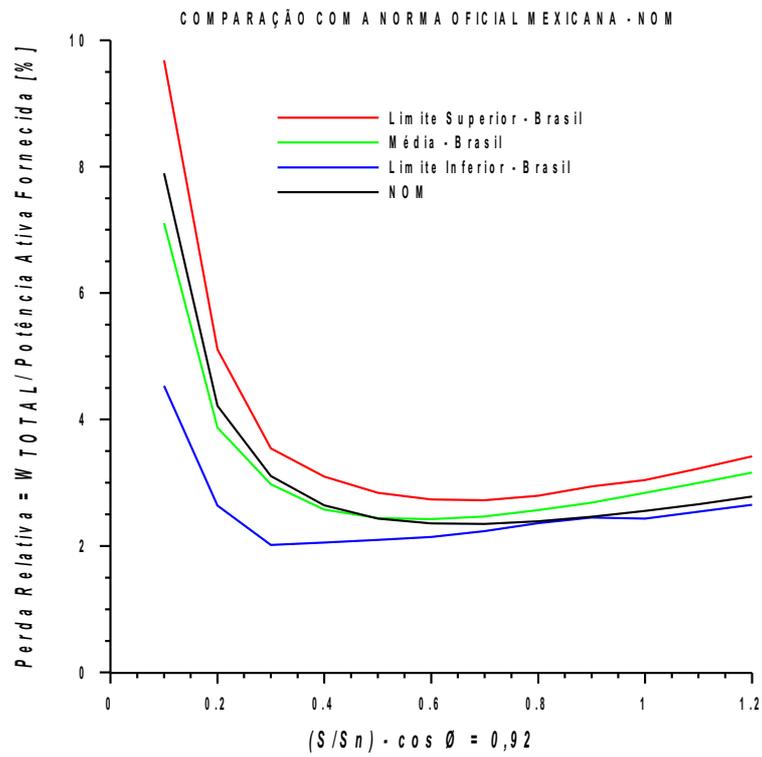


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o Padrão Brasil para 10 kVA.

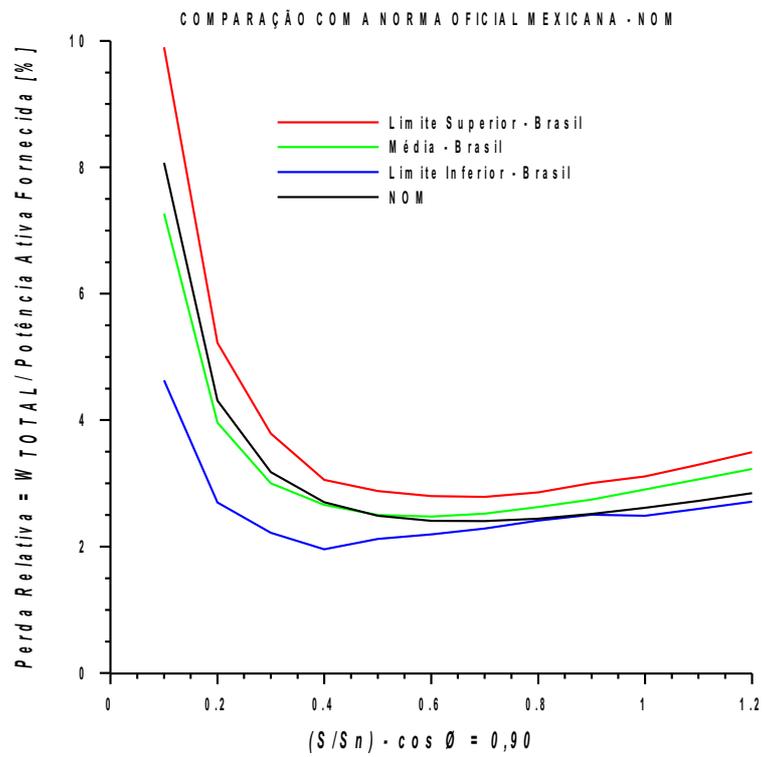


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o Padrão Brasil para 10 kVA.

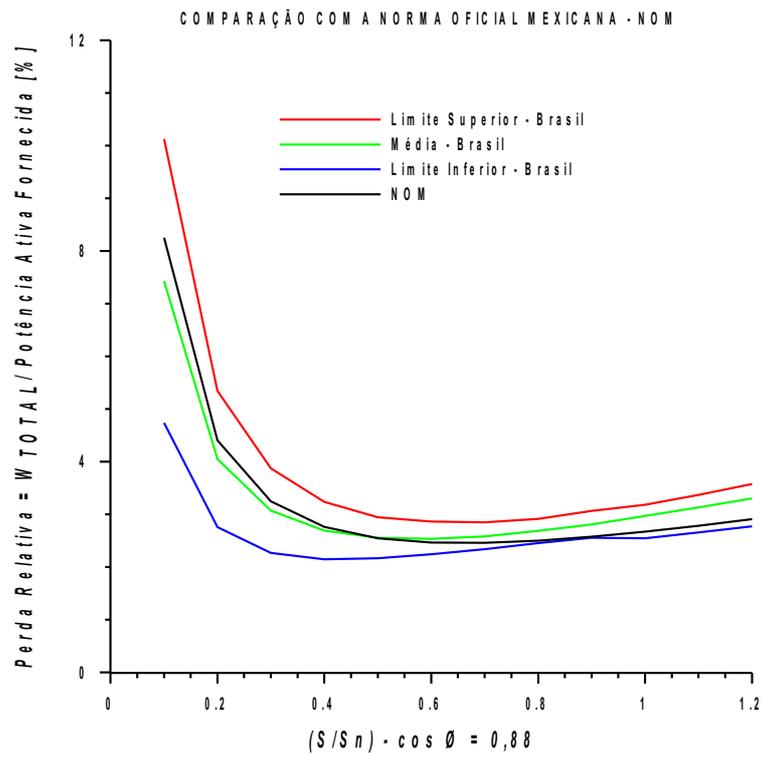


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o Padrão Brasil para 10 kVA.

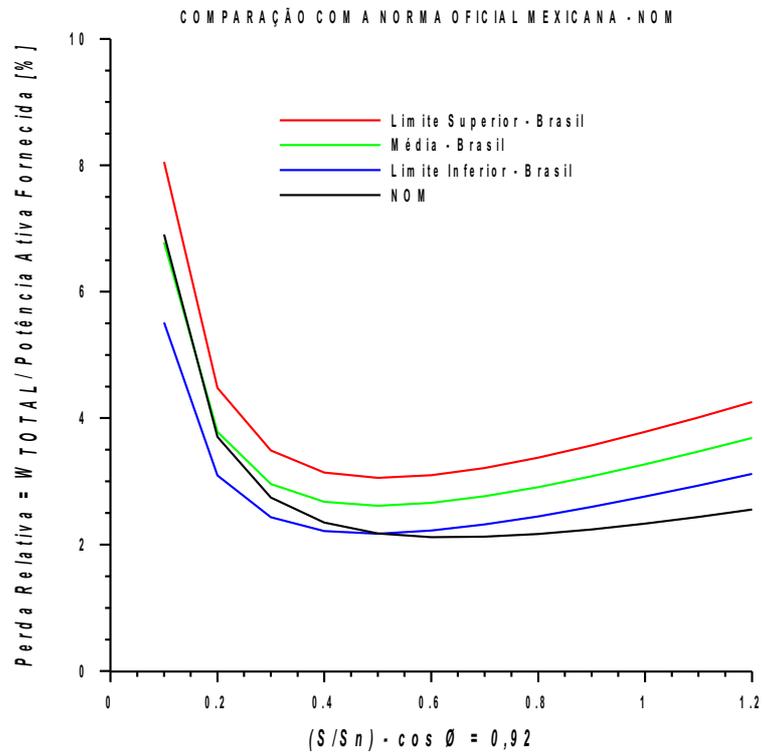


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o Padrão Brasil para 15 kVA.

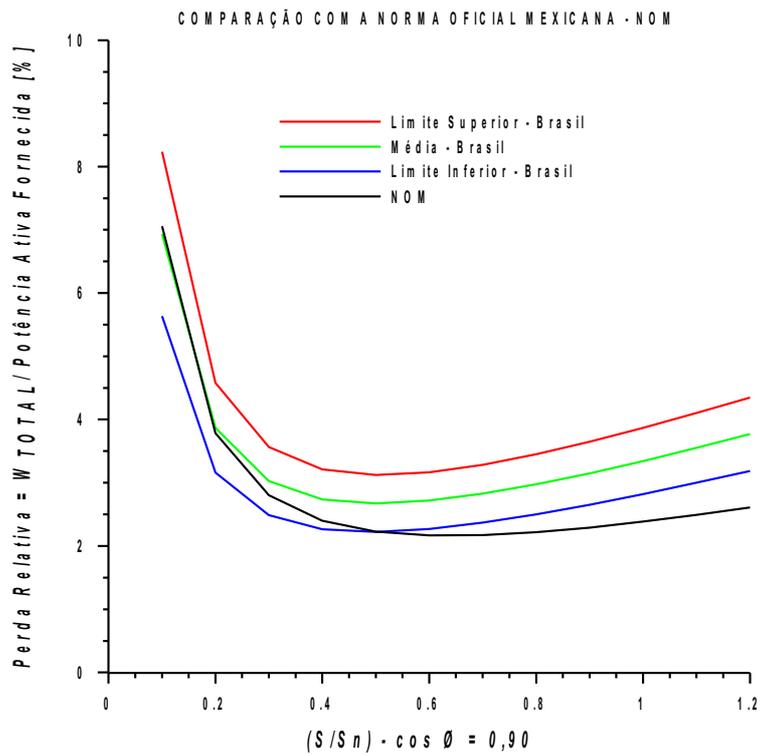


Figura Comparação das perdas entre a NOM e o Padrão Brasil para 15 kVA.

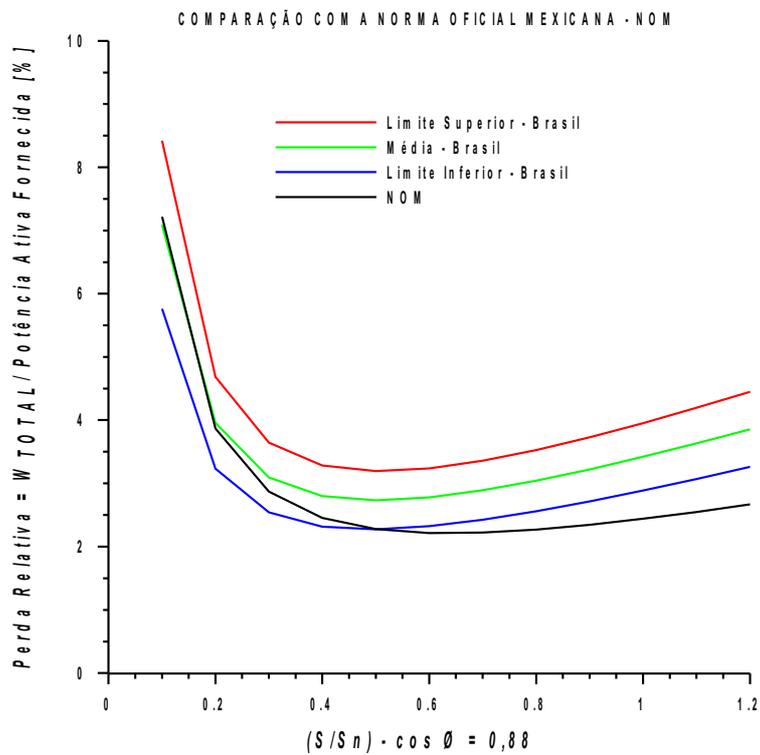


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o Padrão Brasil para 15 kVA.

Comparação de eficiência entre transformadores nacionais e a norma nacional da China - GB/T
– 6451 - 1999

Estado: Reformado
Tipo de alimentação: Monofásica
Classe de isolamento: 15KV
Potências: 10kVA, 15kVA, 25kVA, 37,5kVA e 50kVA

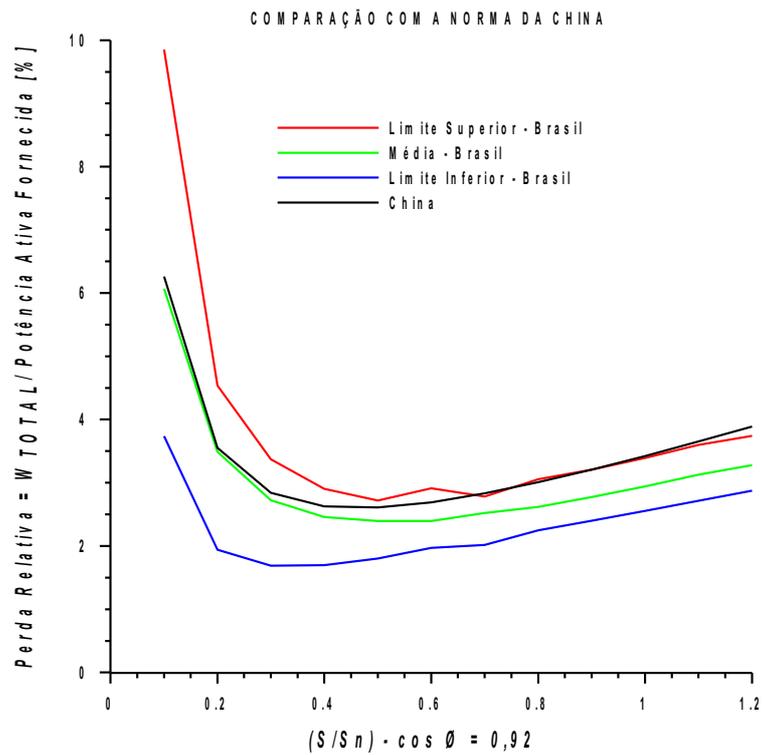


Figura - Comparação das perdas entre o padrão China e o Padrão Brasil para 10 kVA.

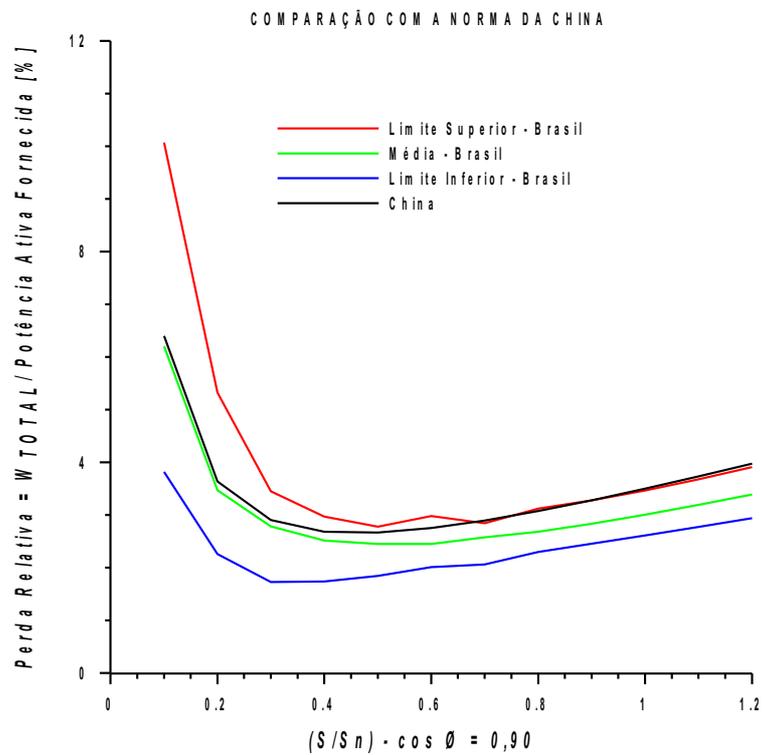


Figura - Comparação das perdas entre o padrão China e o Padrão Brasil para 10 kVA.

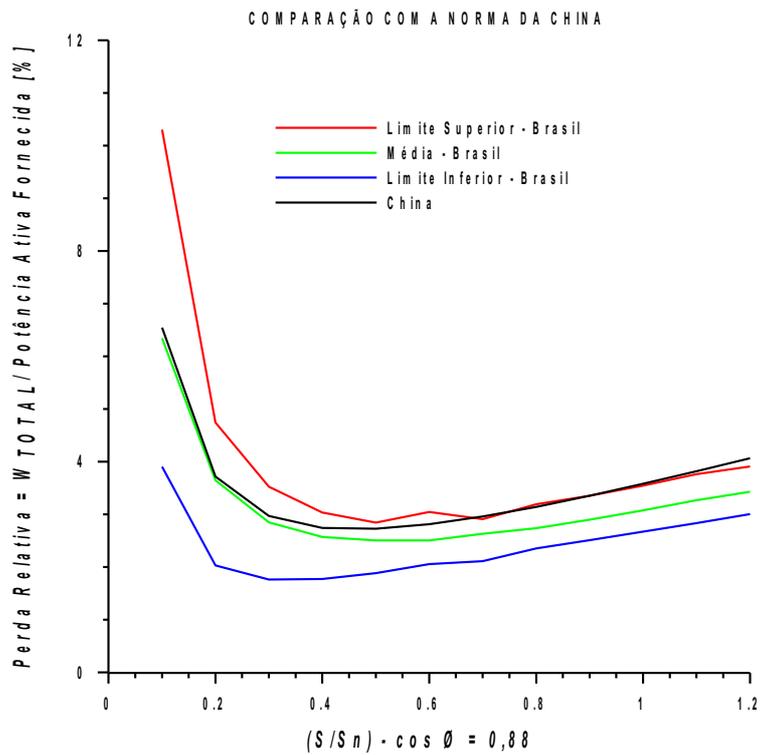


Figura - Comparação das perdas entre o padrão China e o Padrão Brasil para 10 kVA.

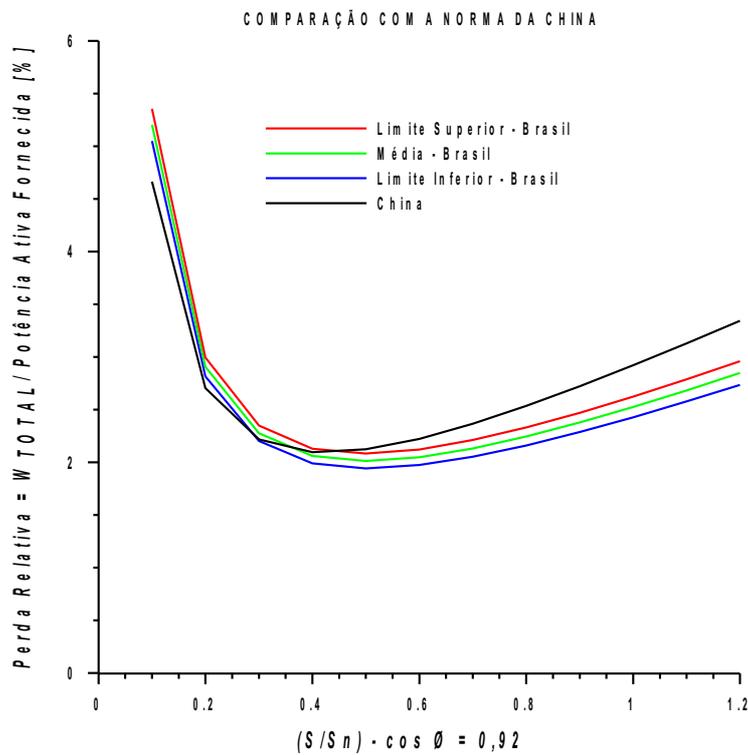


Figura - Comparação das perdas entre o padrão China (16 kVA) e o Padrão Brasil (15 kVA).

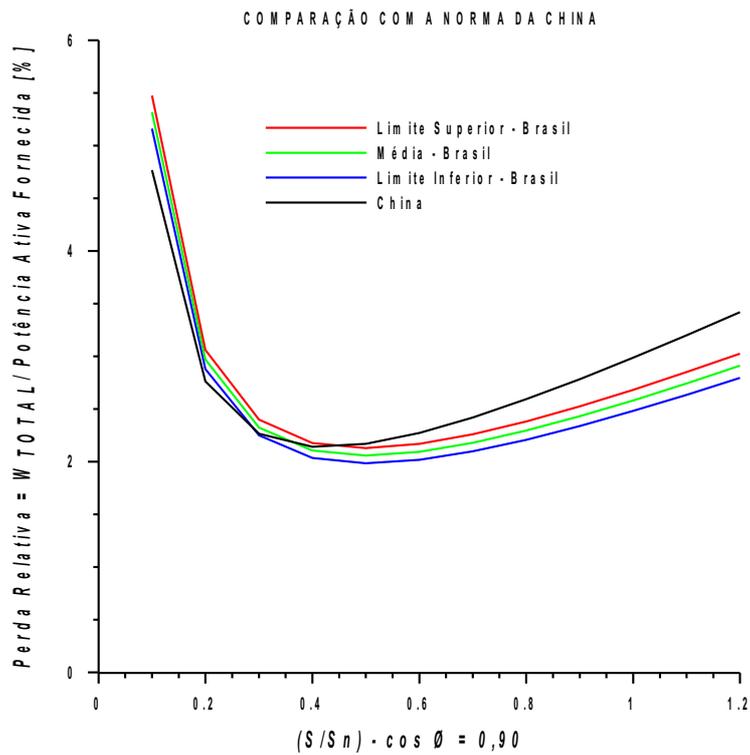


Figura - Comparação das perdas entre o padrão China (16 kVA) e o Padrão Brasil (15 kVA).

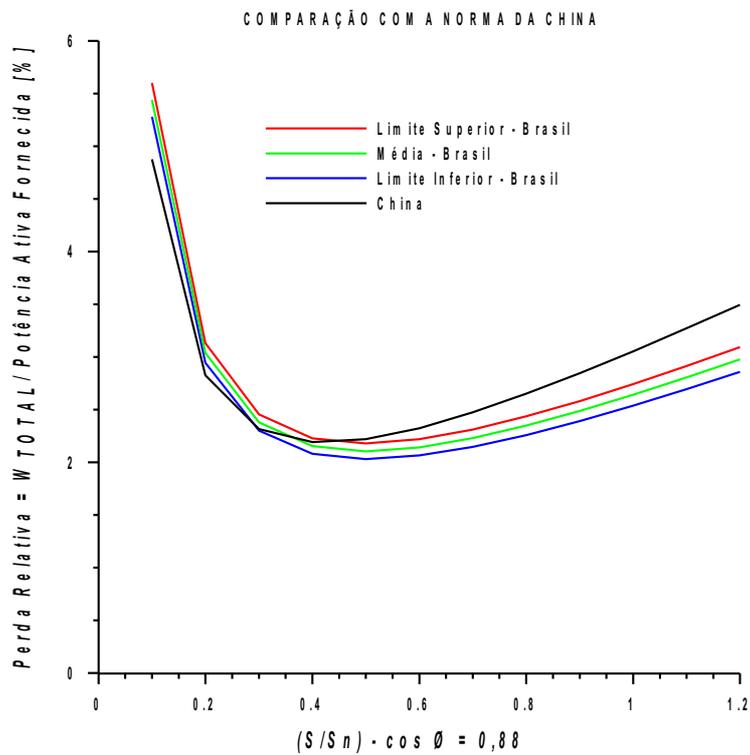


Figura - Comparação das perdas entre o padrão China (16 kVA) e o Padrão Brasil (15 kVA).

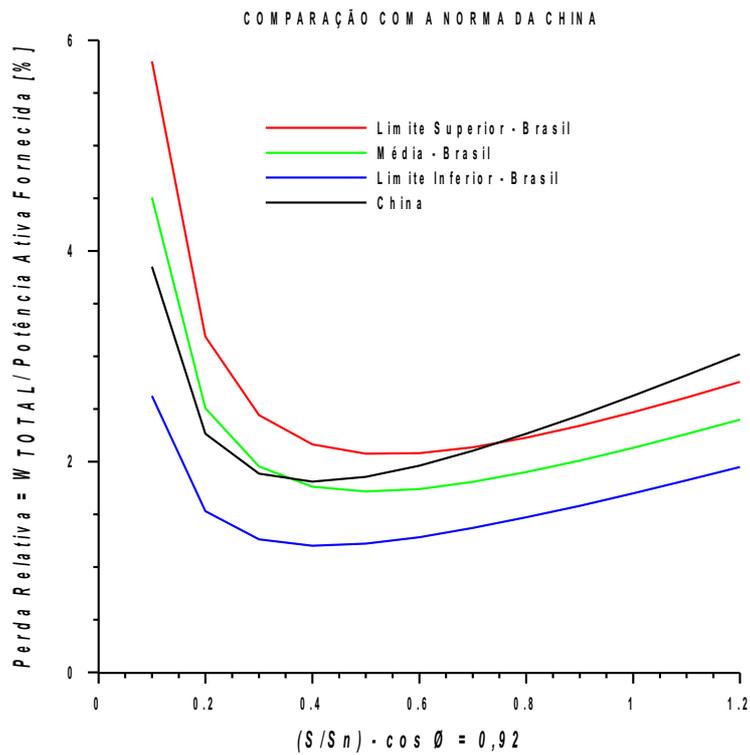


Figura - Comparação das perdas entre o padrão China (30 kVA) e o Padrão Brasil (25 kVA).

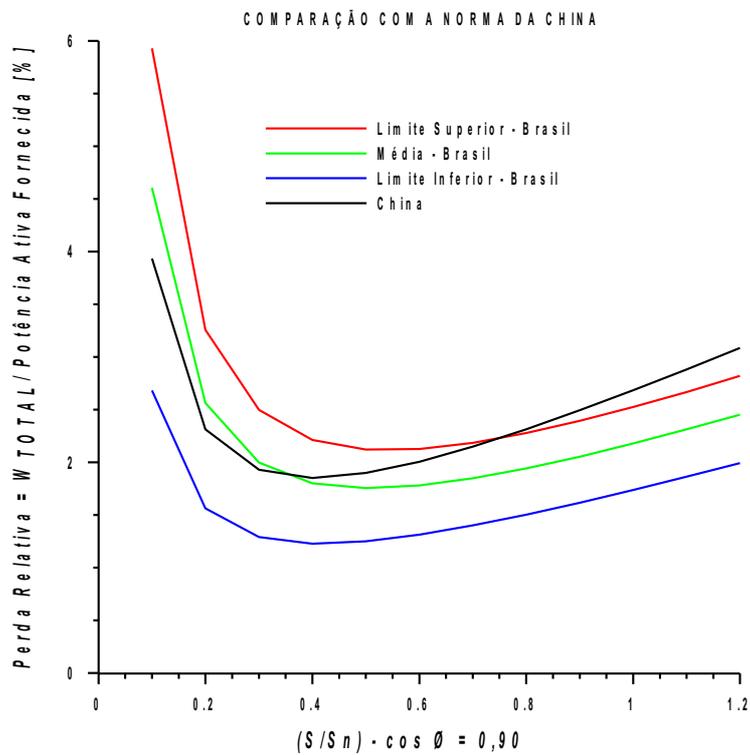


Figura - Comparação das perdas entre o padrão China (30 kVA) e o Padrão Brasil (25 kVA).

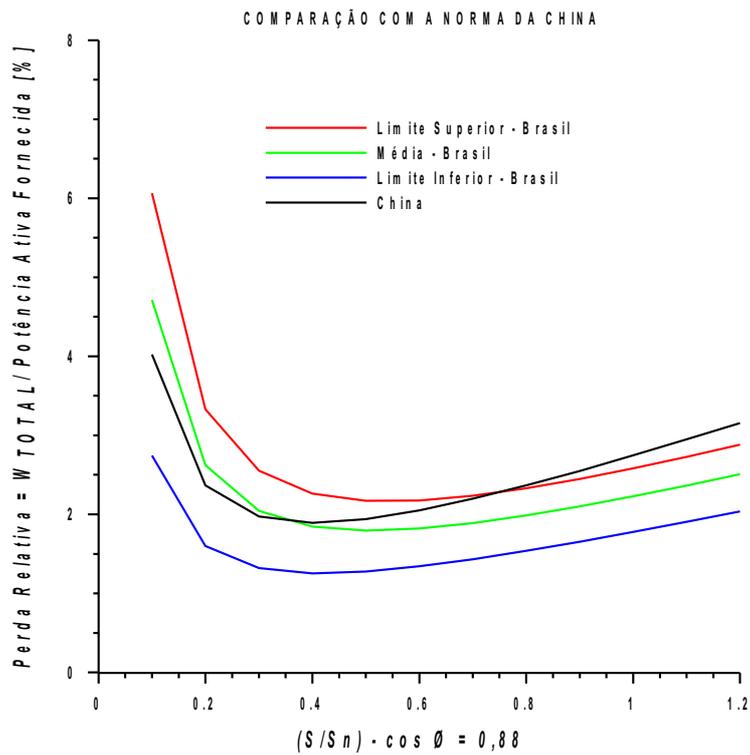


Figura - Comparação das perdas entre o padrão China (30 kVA) e o Padrão Brasil (25 kVA).

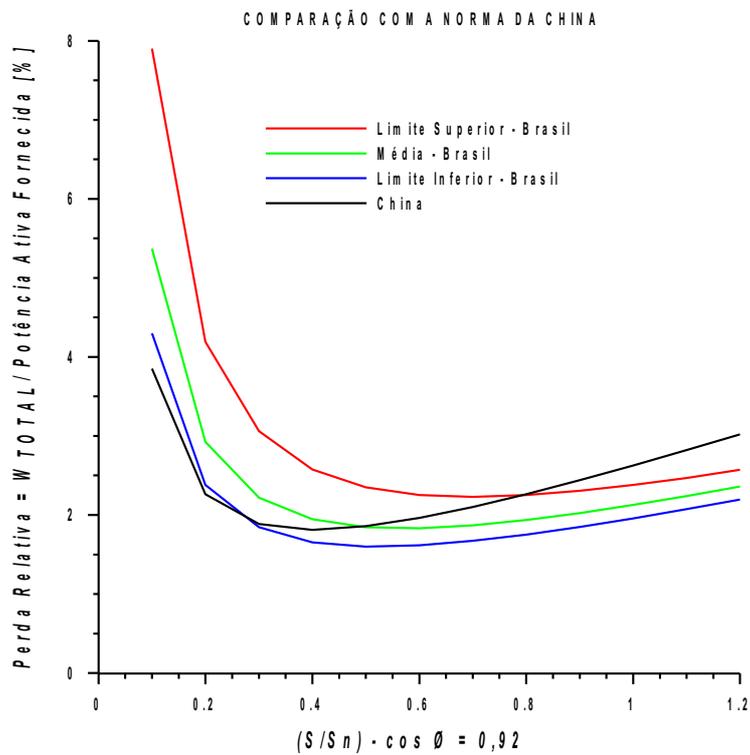


Figura - Comparação das perdas entre o padrão China (30 kVA) e o Padrão Brasil (37,5 kVA).

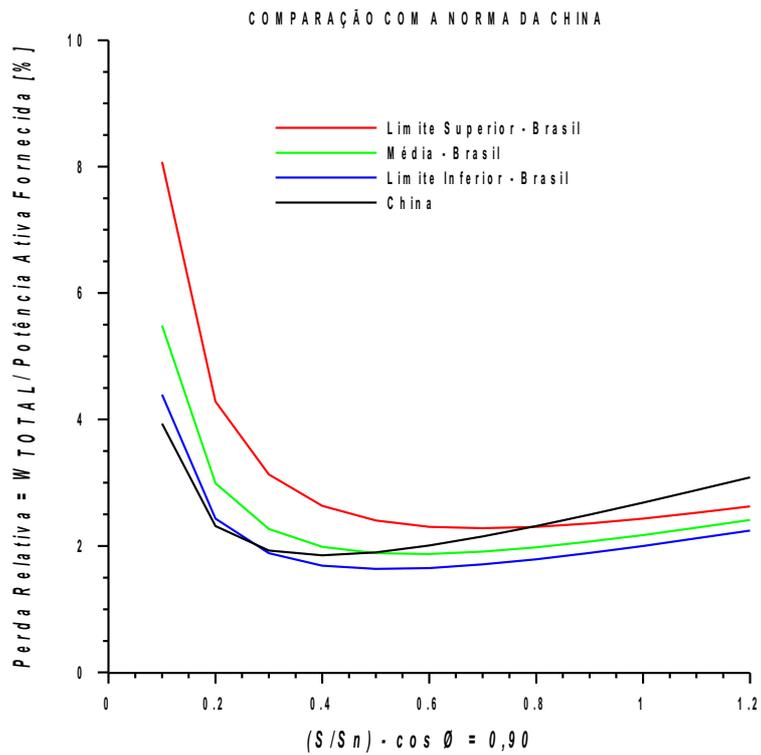


Figura - Comparação das perdas entre o padrão China (30 kVA) e o Padrão Brasil (37,5 kVA).

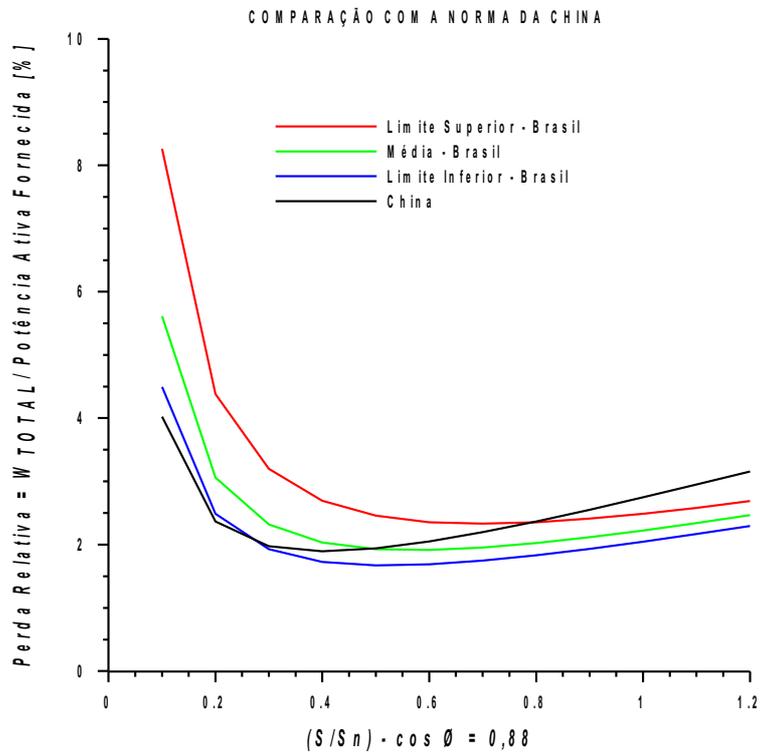


Figura - Comparação das perdas entre o padrão China (30 kVA) e o Padrão Brasil (37,5 kVA).

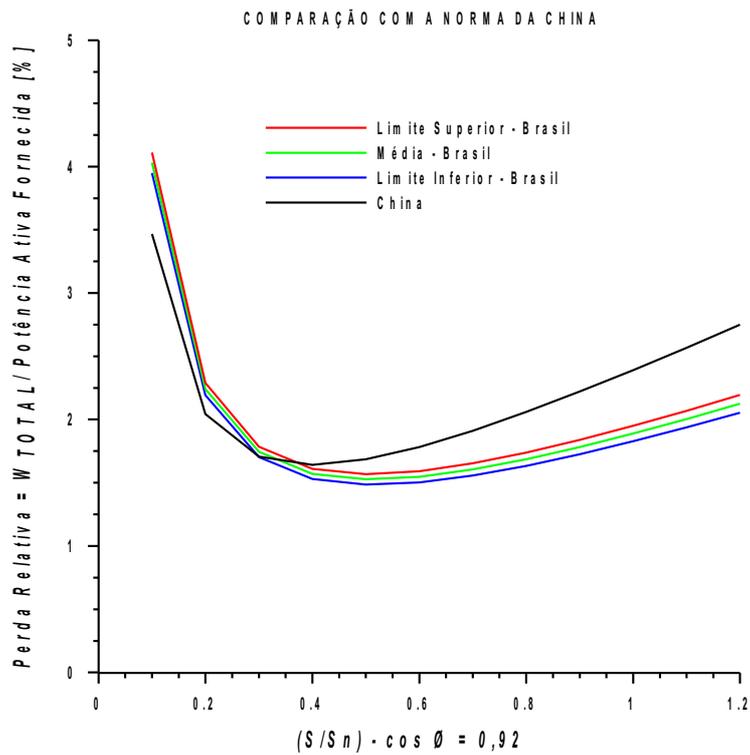


Figura - Comparação das perdas entre o padrão China e o Padrão Brasil para 50 kVA.

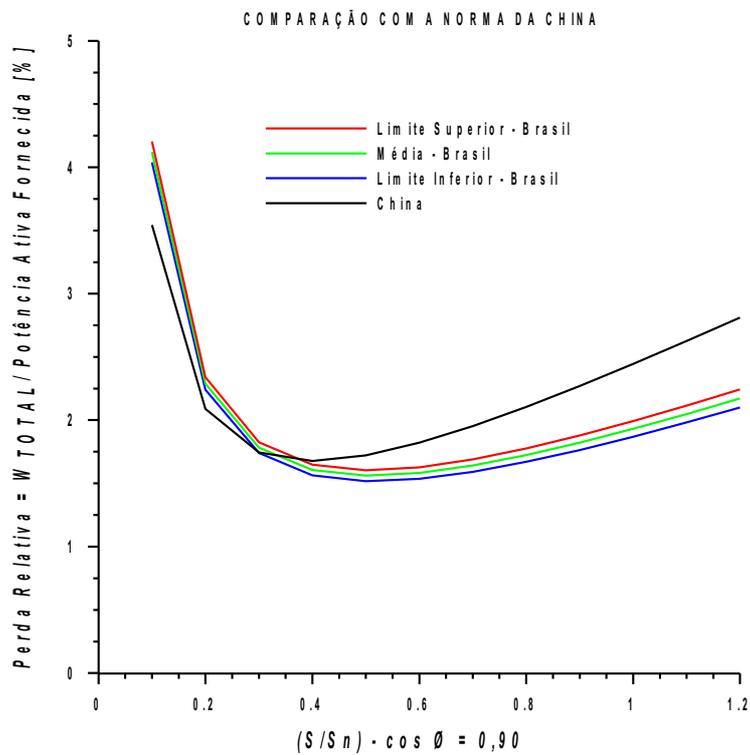


Figura - Comparação das perdas entre o padrão China e o Padrão Brasil para 50 kVA.

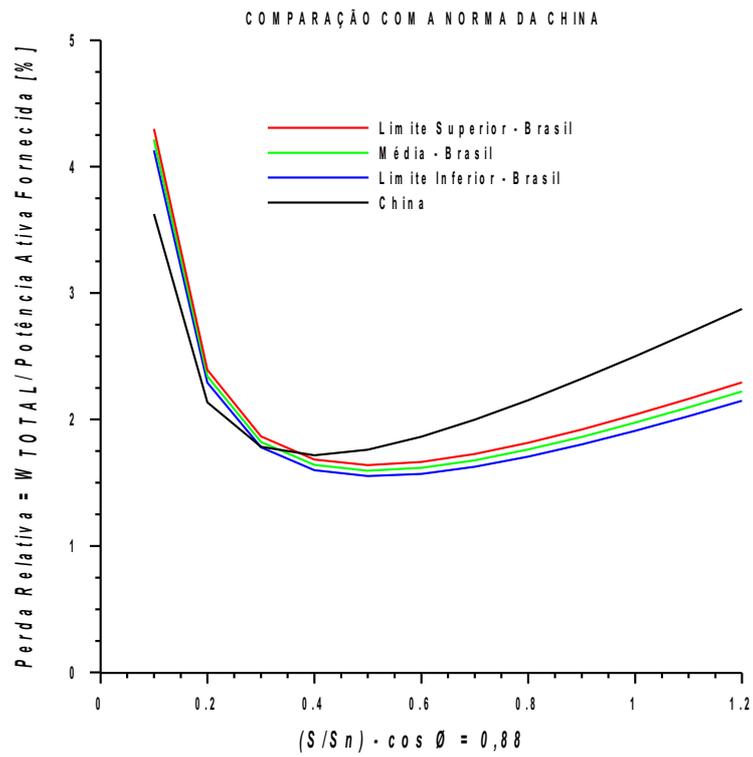


Figura - Comparação das perdas entre o padrão China e o Padrão Brasil para 50 kVA.

Comparação de eficiência entre transformadores nacionais e a norma nacional da China - GB/T
– 6451 - 1999

Estado: Reformado
Tipo de alimentação: Monofásica
Classe de isolamento: 25KV
Potências: 10kVA e 15kVA

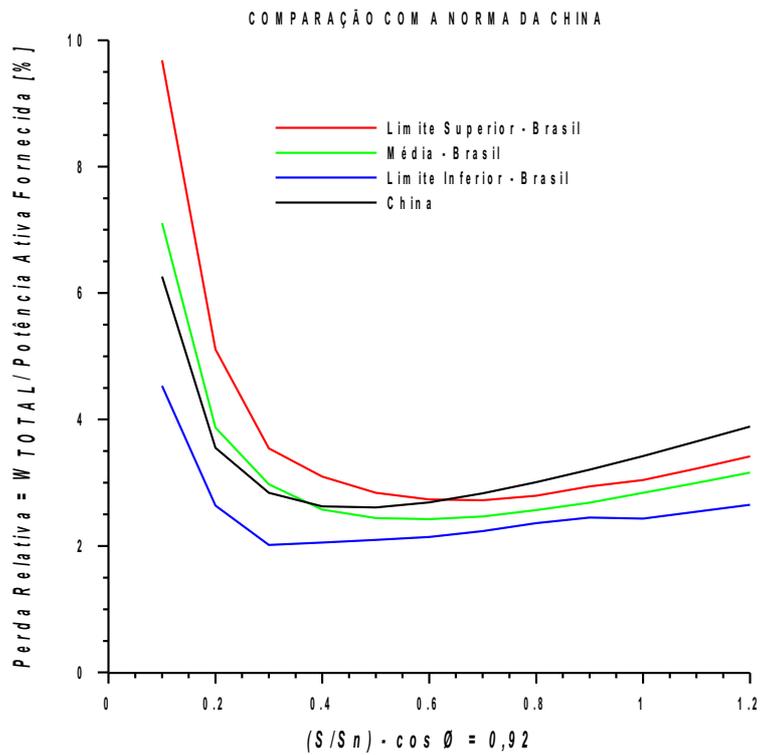


Figura - Comparação das perdas entre o padrão China e o Padrão Brasil para 10 kVA.

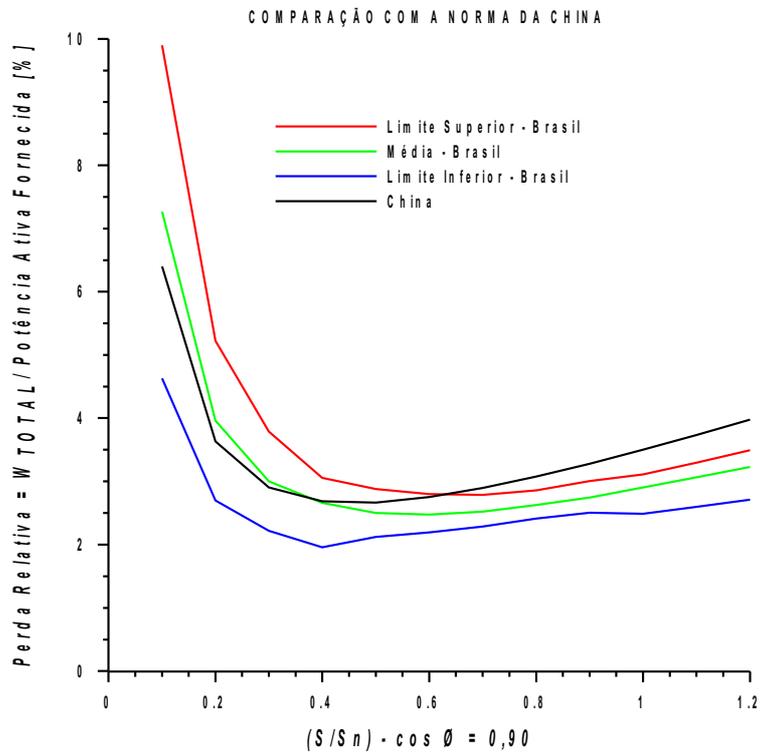


Figura - Comparação das perdas entre o padrão China e o Padrão Brasil para 10 kVA.

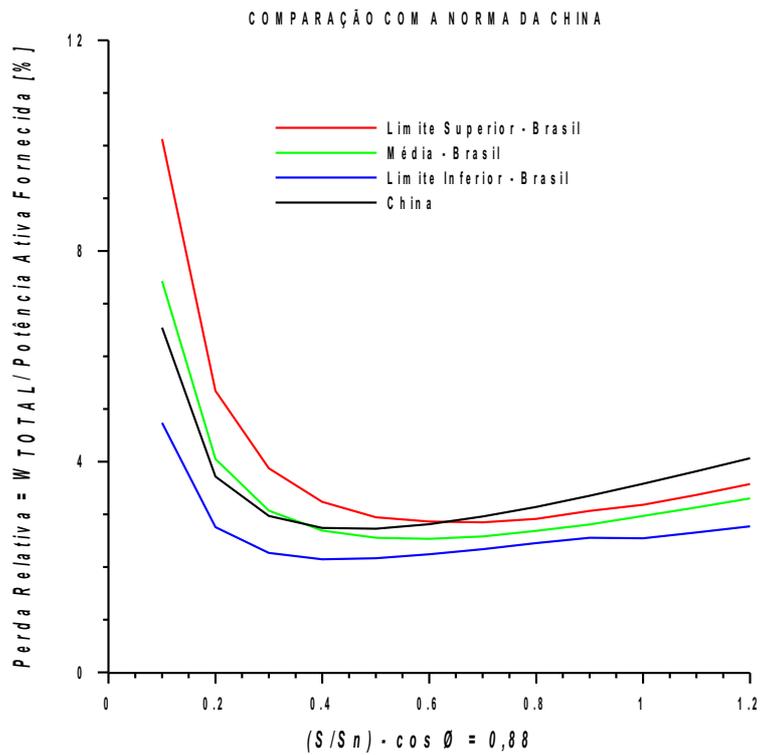


Figura - Comparação das perdas entre o padrão China e o Padrão Brasil para 10 kVA.

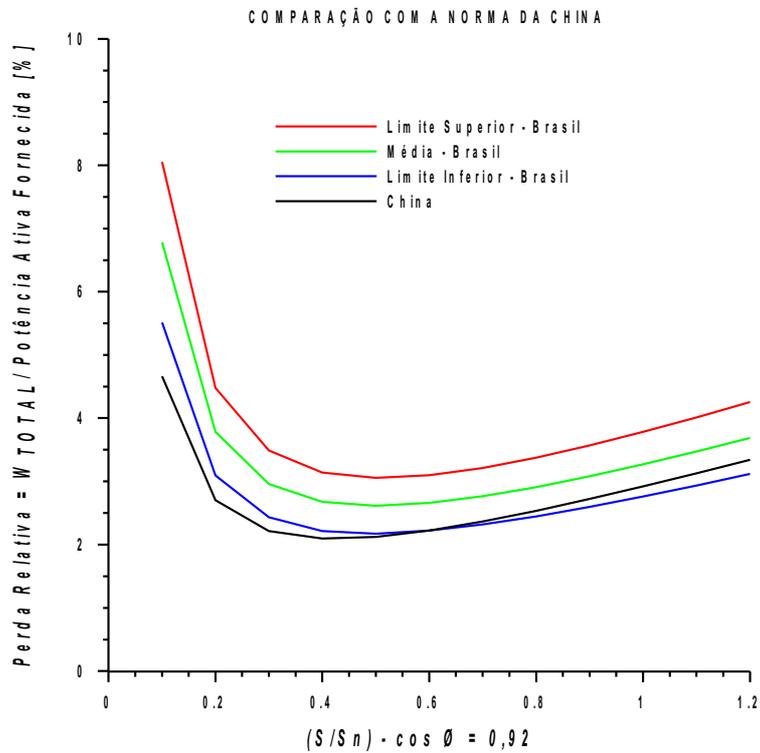


Figura - Comparação das perdas entre o padrão China (16 kVA) e o Padrão Brasil (15 kVA).

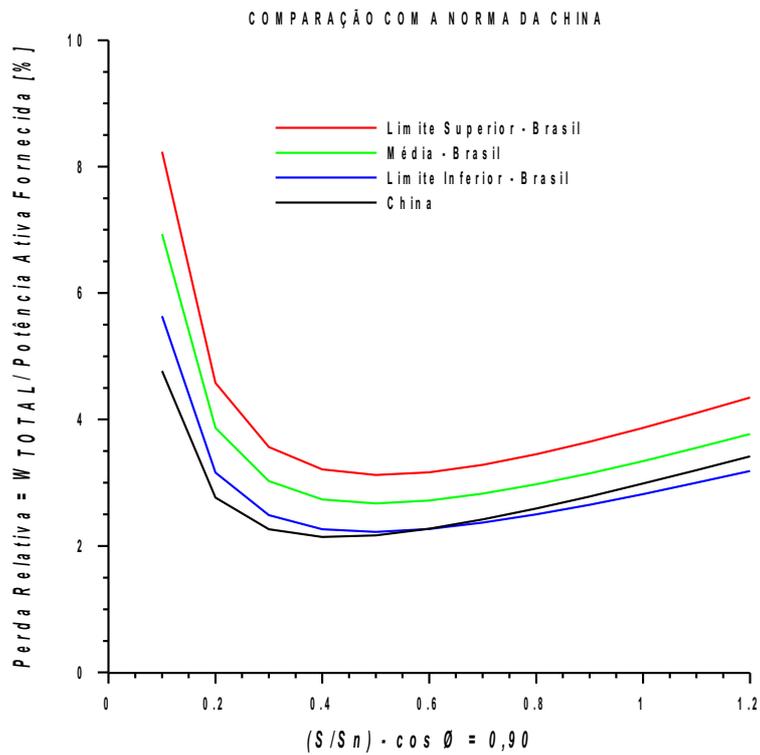


Figura - Comparação das perdas entre o padrão China (16 kVA) e o Padrão Brasil (15 kVA).

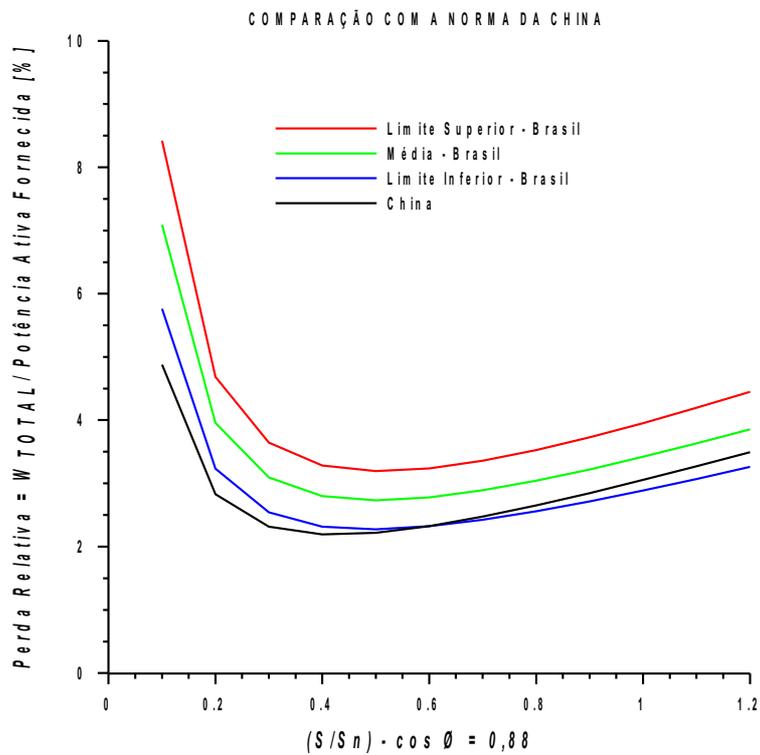


Figura - Comparação das perdas entre o padrão China (16 kVA) e o Padrão Brasil (15 kVA).

ANEXO D - Gráficos referentes às comparações entre o padrão Brasil e os padrões Europa, China e México para transformadores de distribuição trifásicos, novos.

Comparação de eficiência entre transformadores nacionais e a ABNT

Estado: novo

Tipo de alimentação: Trifásico

Classe de isolamento: 15KV

Potências: 30kVA, 45kVA, 75kVA e 112,5kVA e 150kVA

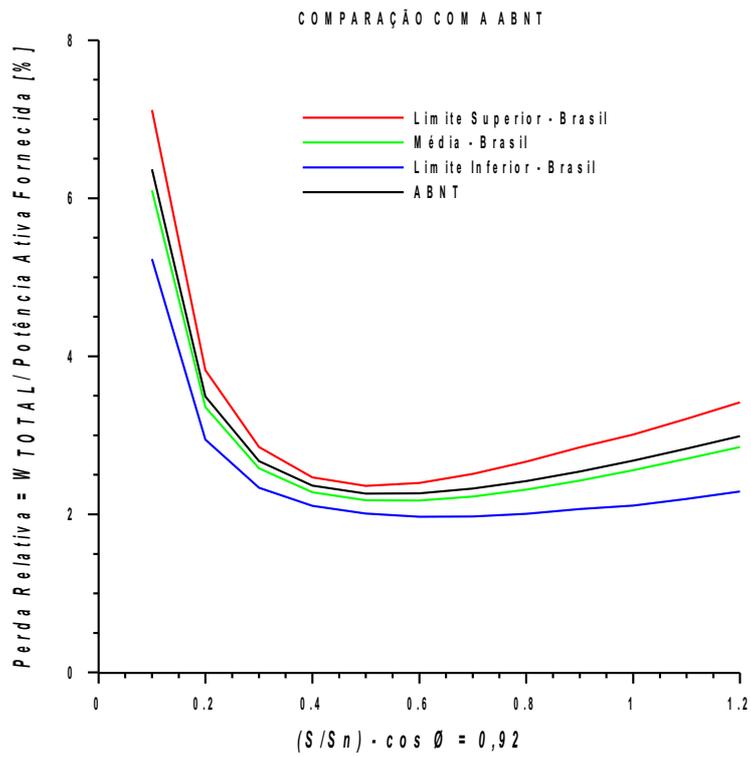


Figura - Comparação de perdas entre o padrão Brasil e a ABNT para 30 kVA.

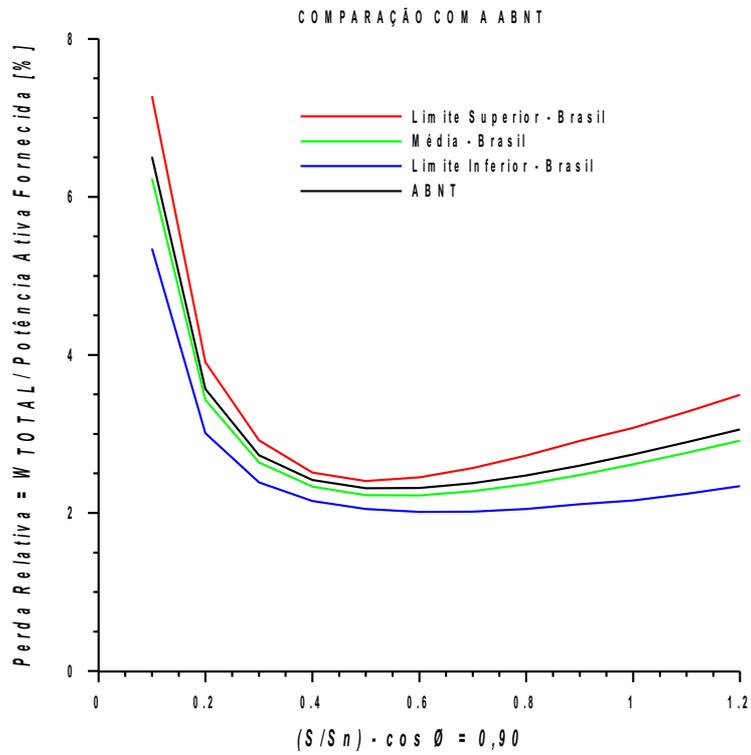


Figura - Comparação de perdas entre o padrão Brasil e a ABNT para 30 kVA.

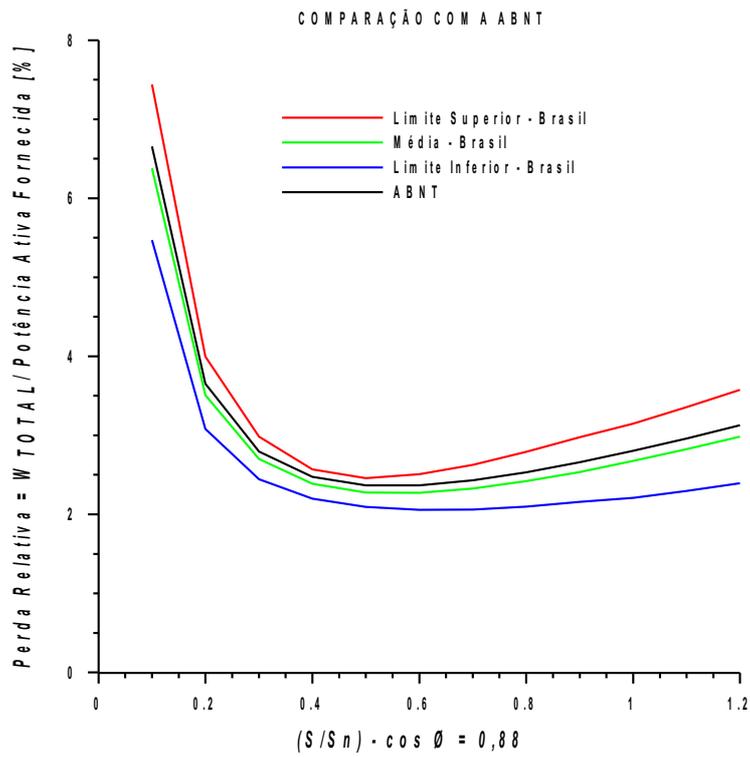


Figura - Comparação de perdas entre o padrão Brasil e a ABNT para 30 kVA.

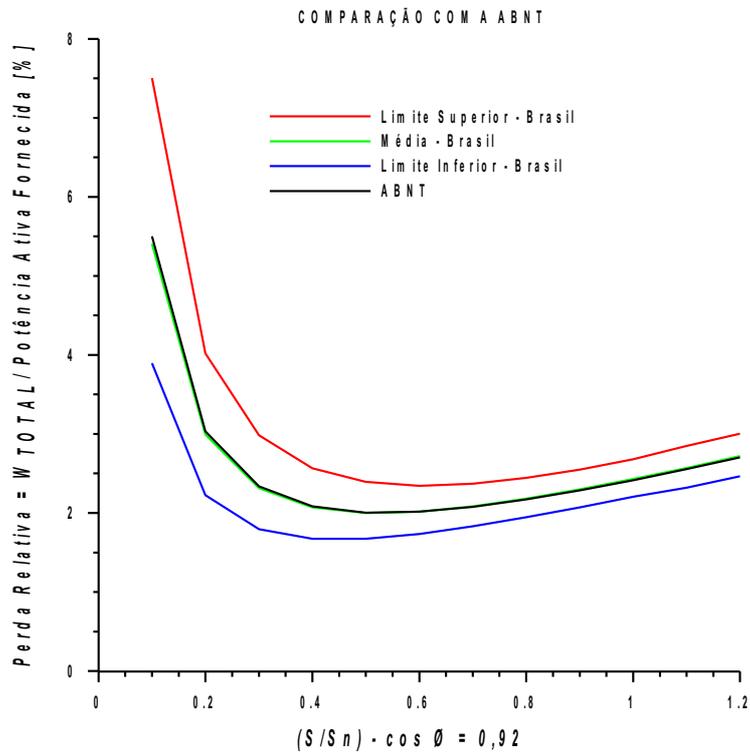


Figura - Comparação de perdas entre o padrão Brasil e a ABNT para 45 kVA.

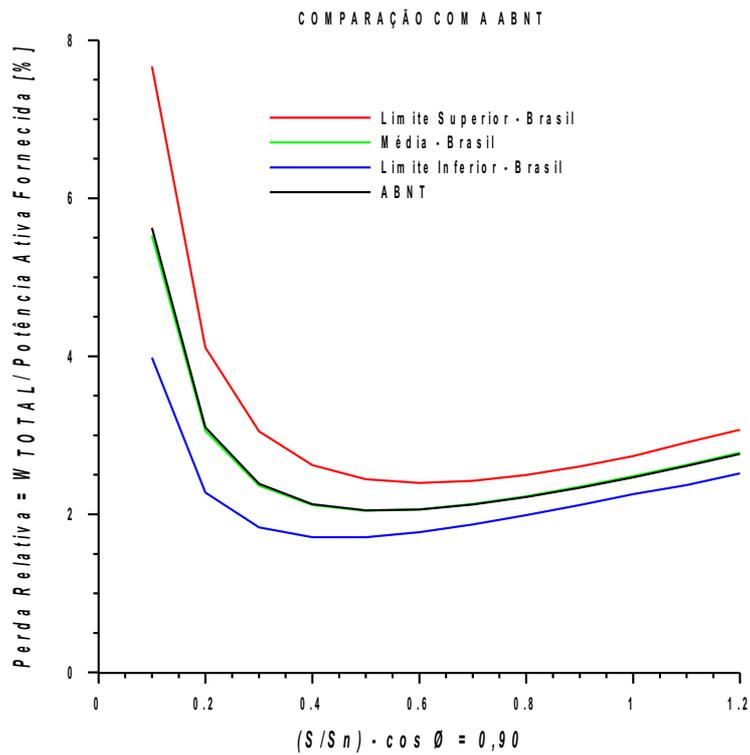


Figura - Comparação de perdas entre o padrão Brasil e a ABNT para 45 kVA.

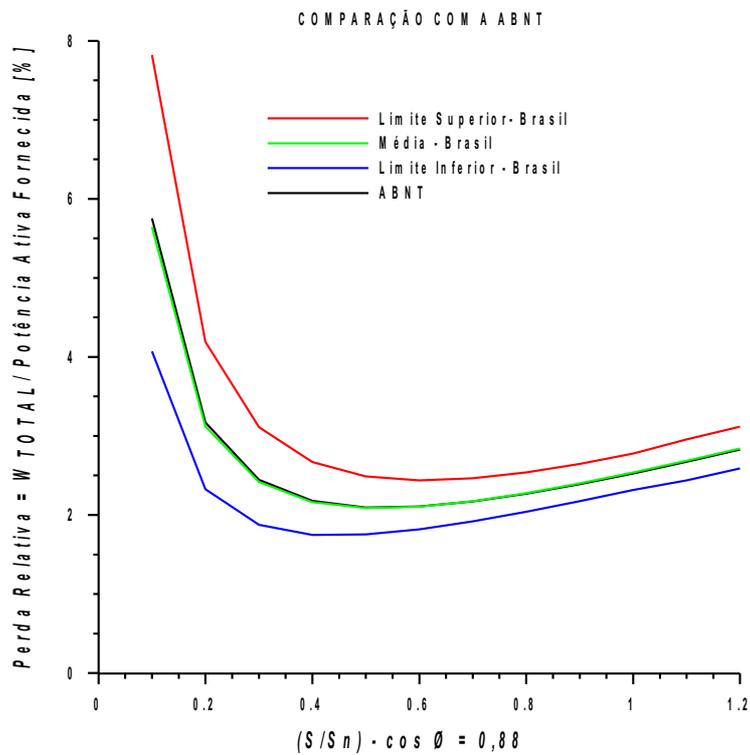


Figura - Comparação de perdas entre o padrão Brasil e a ABNT para 45 kVA.

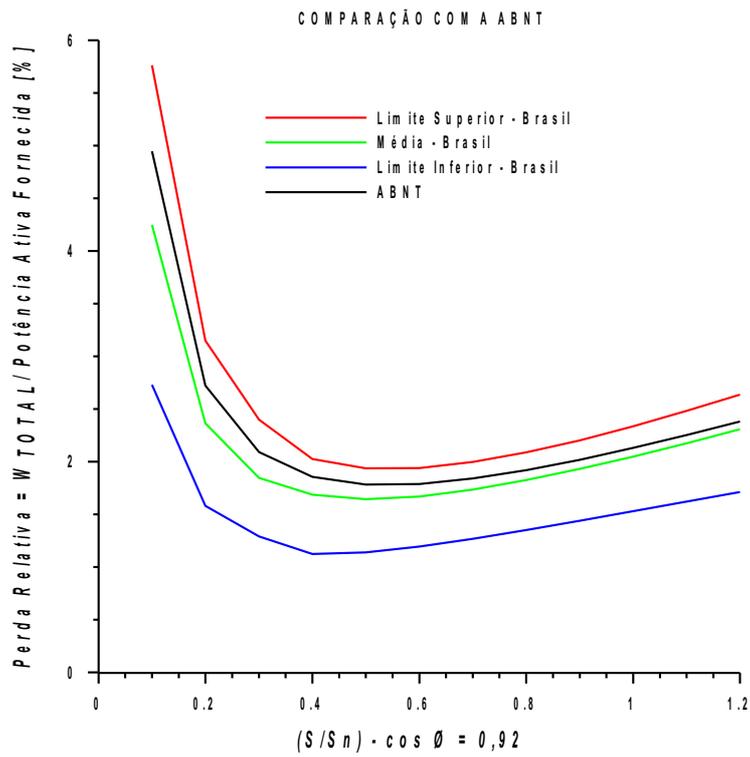


Figura - Comparação de perdas entre o padrão Brasil e a ABNT para 75 kVA.

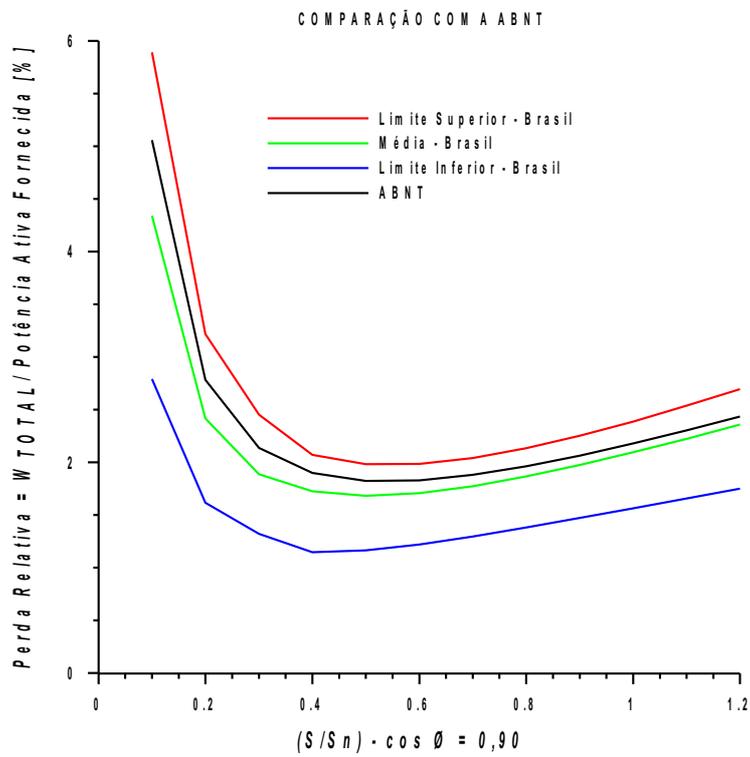


Figura - Comparação de perdas entre o padrão Brasil e a ABNT para 75 kVA.

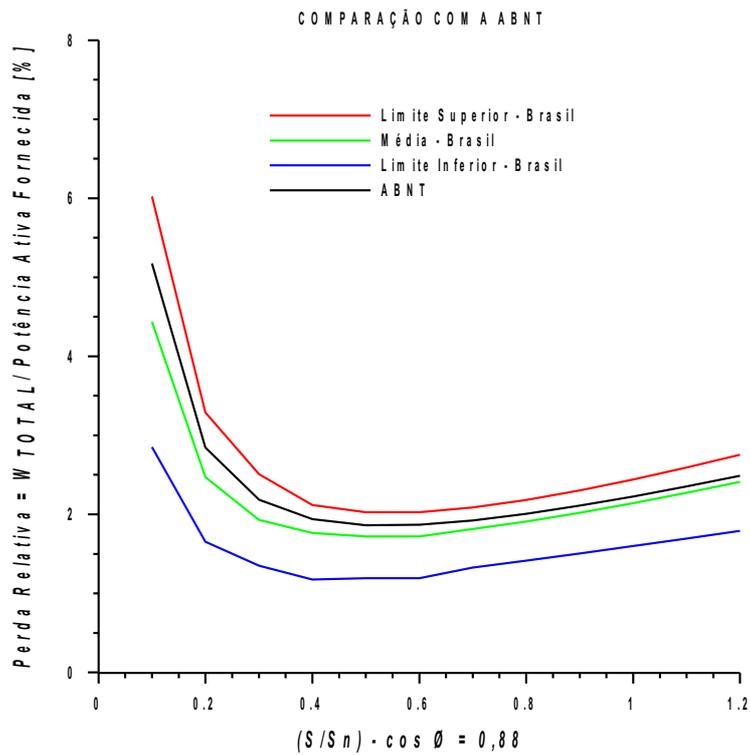


Figura - Comparação de perdas entre o padrão Brasil e a ABNT para 75 kVA.

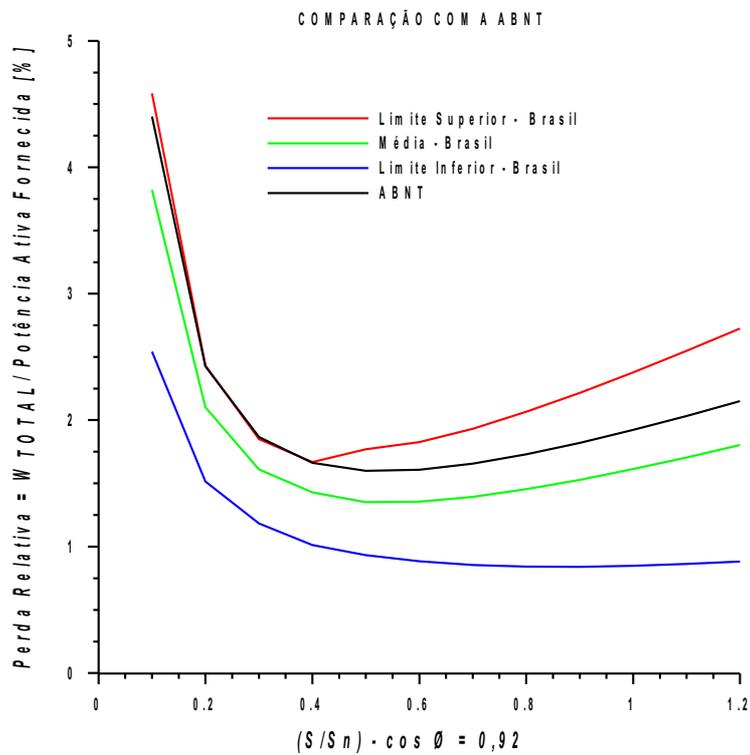


Figura - Comparação de perdas entre o padrão Brasil e a ABNT para 112,5 kVA.

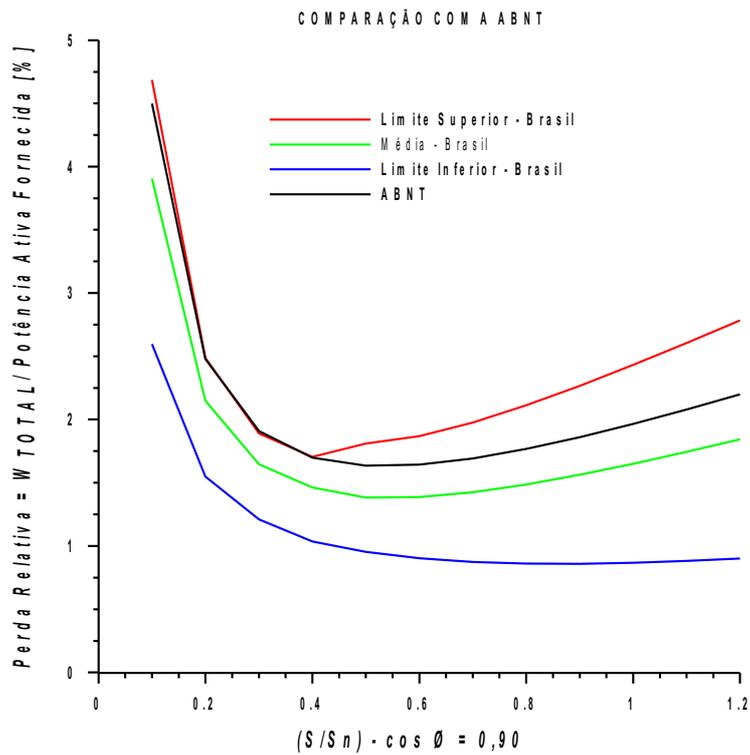


Figura - Comparação de perdas entre o padrão Brasil e a ABNT para 112,5 kVA.

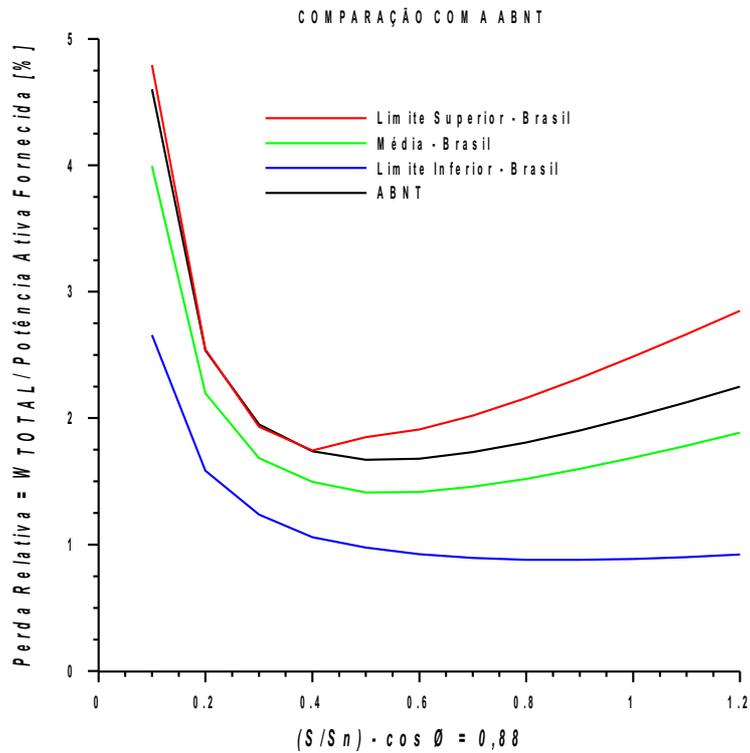
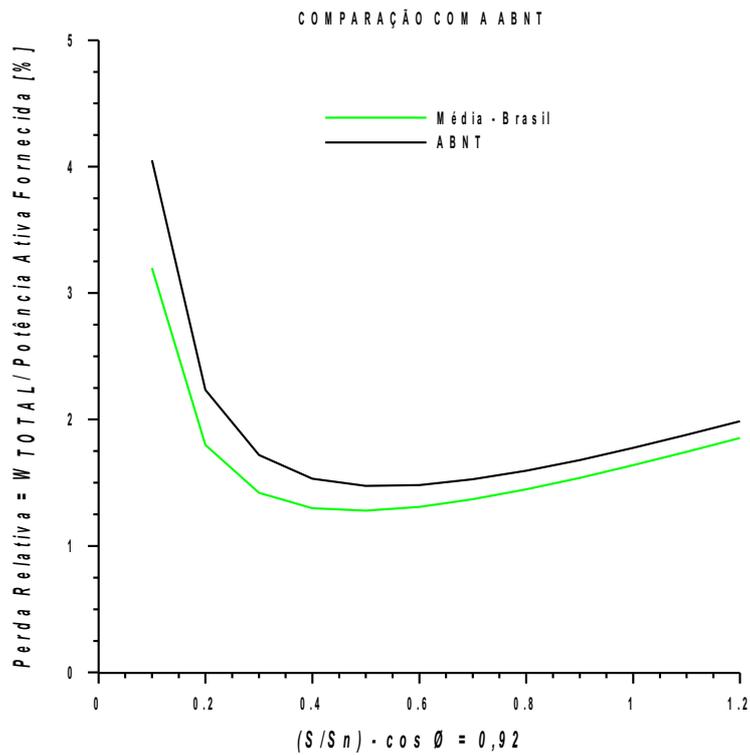
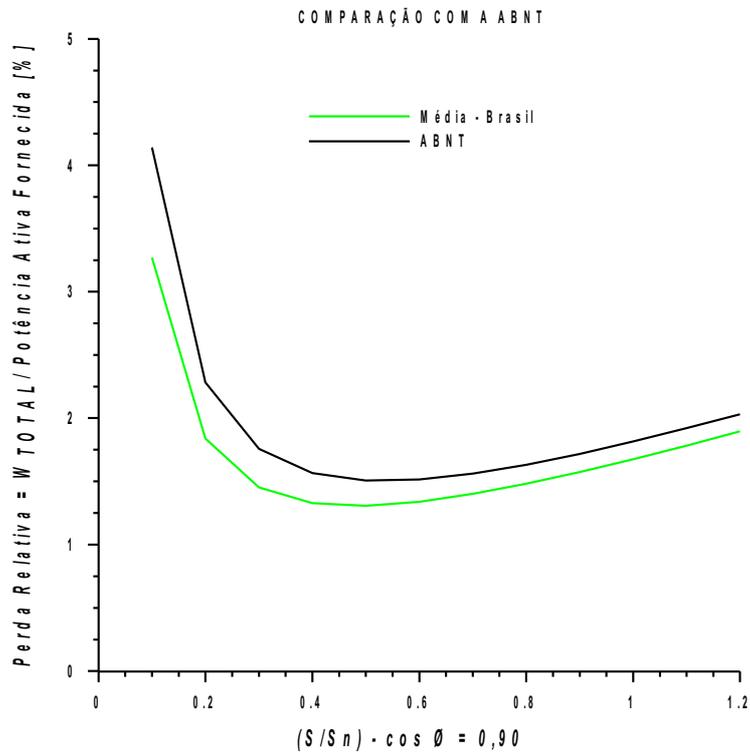


Figura - Comparação de perdas entre o padrão Brasil e a ABNT para 112,5 kVA.



Figura

Figura - Comparação de perdas entre o padrão Brasil e a ABNT para 150 kVA.



Figura

Figura - Comparação de perdas entre o padrão Brasil e a ABNT para 150 kVA.

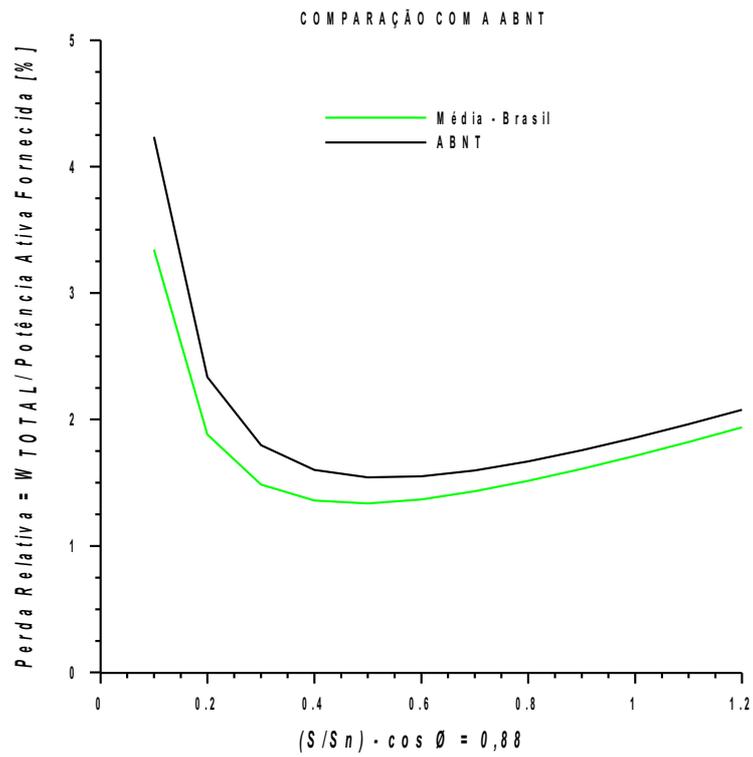


Figura - Comparação de perdas entre o padrão Brasil e a ABNT para 150 kVA.

Comparação de eficiência entre transformadores nacionais e a ABNT

Estado: novo
Tipo de alimentação: Trifásico
Classe de isolamento: 25KV
Potências: 30kVA, 45kVA e 75kVA

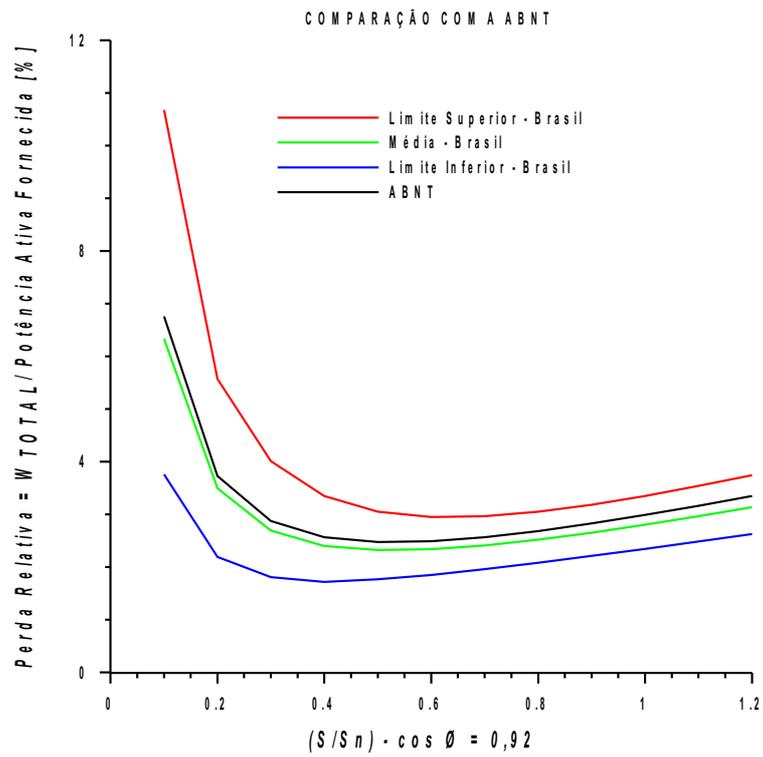


Figura - Comparação de perdas entre o padrão Brasil e a ABNT para 30 kVA.

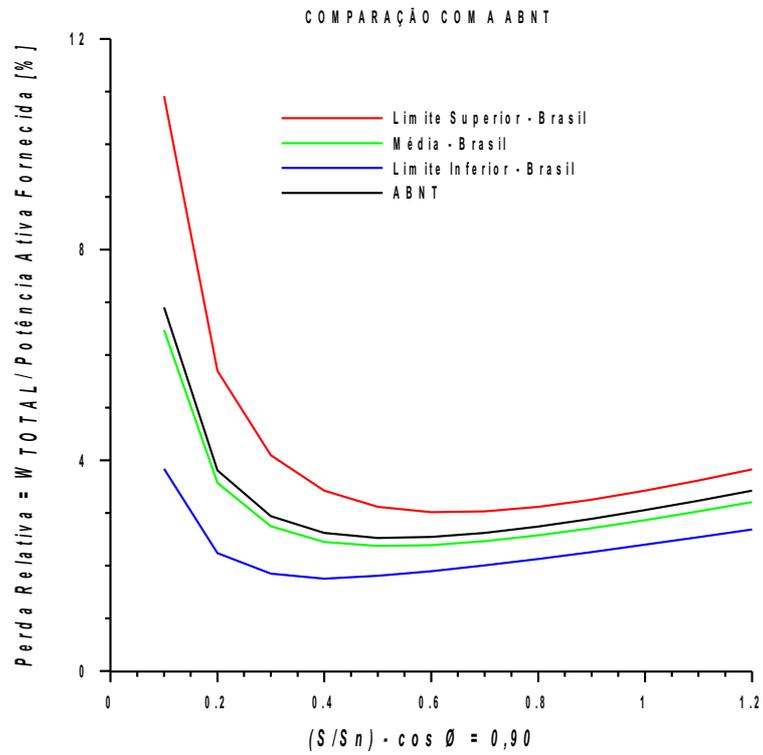


Figura - Comparação de perdas entre o padrão Brasil e a ABNT para 30 kVA.

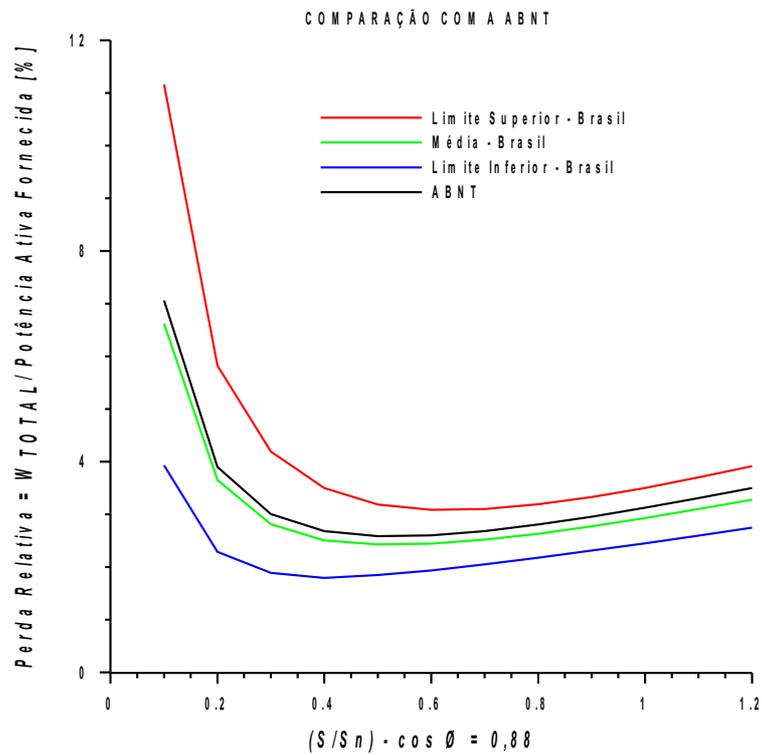


Figura - Comparação de perdas entre o padrão Brasil e a ABNT para 30 kVA.

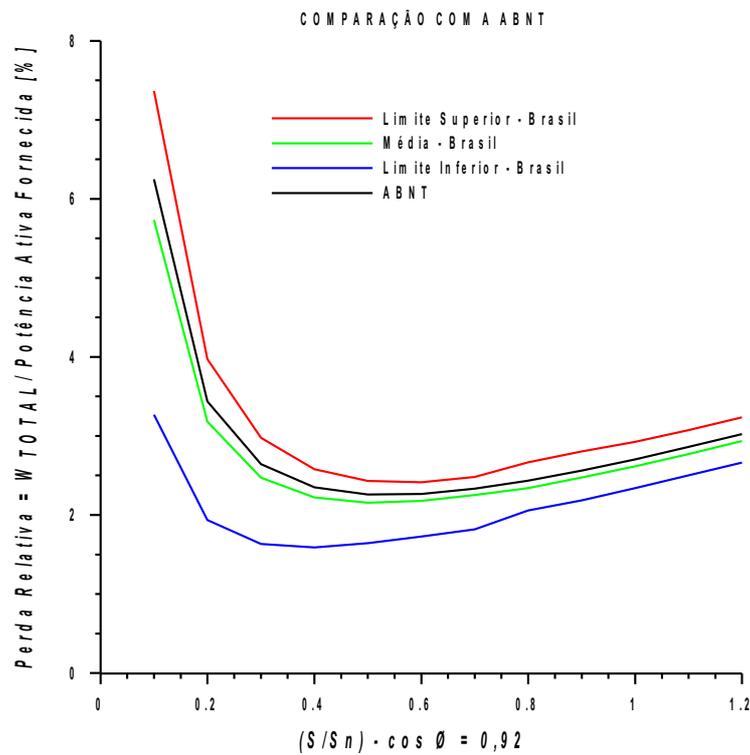


Figura - Comparação de perdas entre o padrão Brasil e a ABNT para 45 kVA.

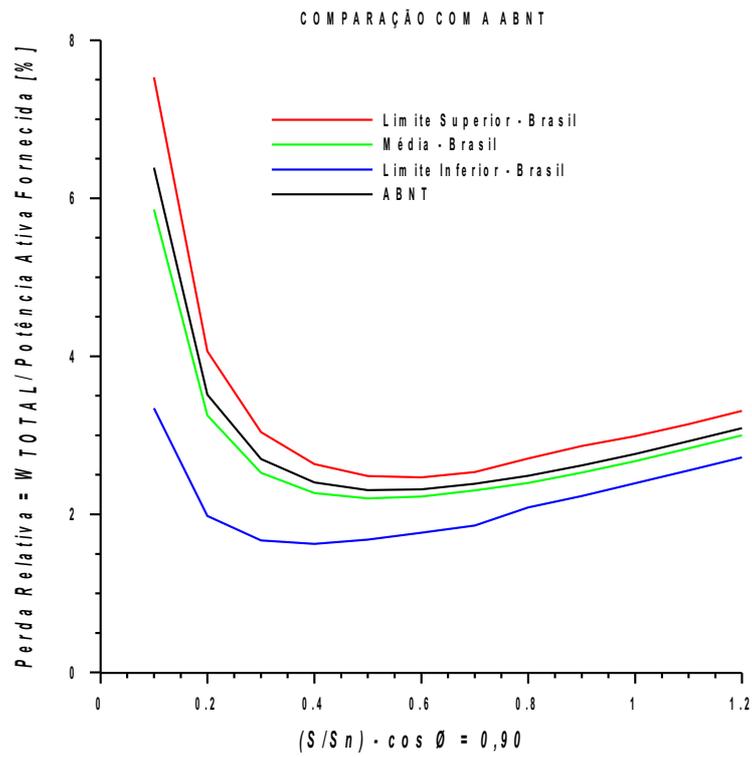


Figura - Comparação de perdas entre o padrão Brasil e a ABNT para 45 kVA.

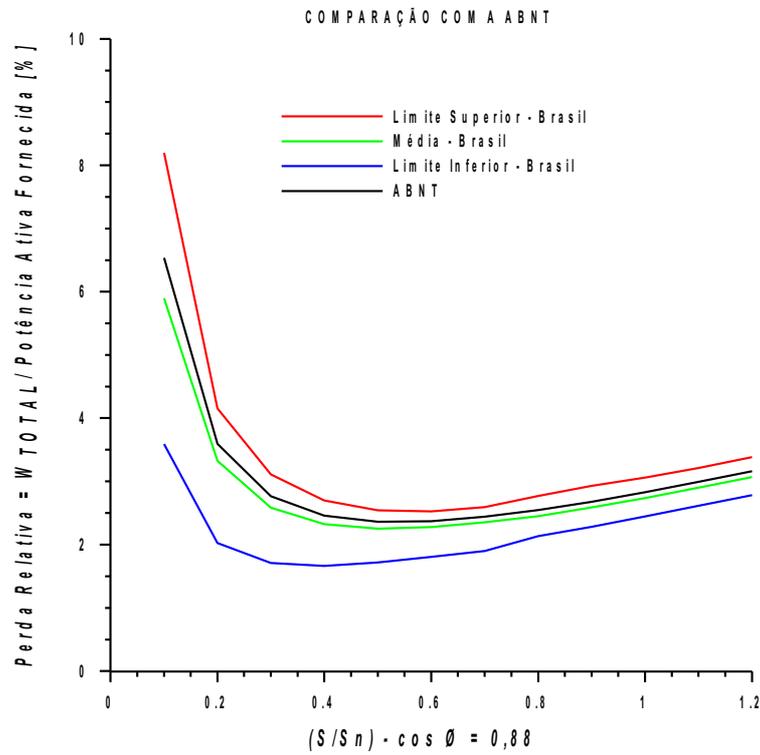


Figura - Comparação de perdas entre o padrão Brasil e a ABNT para 45 kVA.

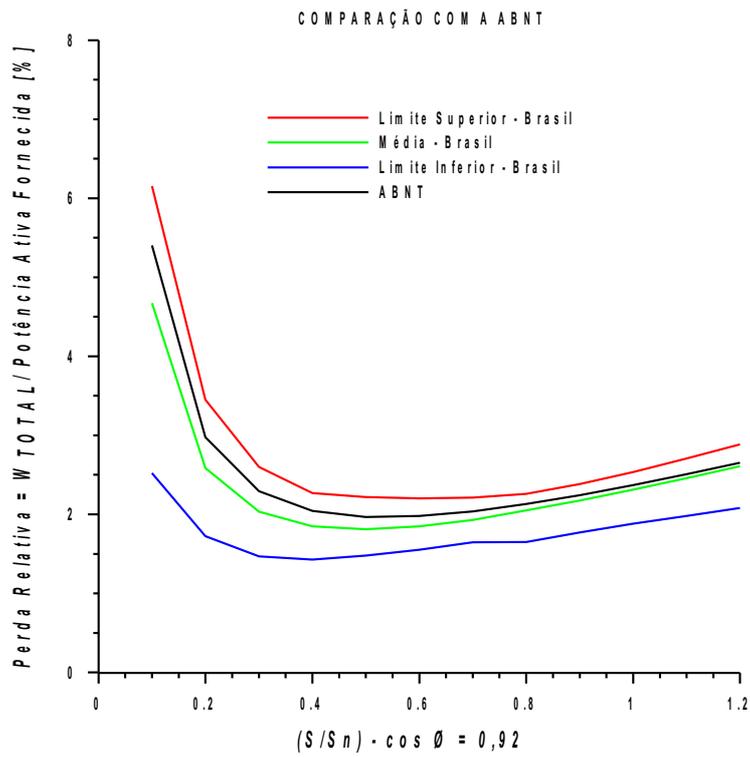


Figura - Comparação de perdas entre o padrão Brasil e a ABNT para 75 kVA.

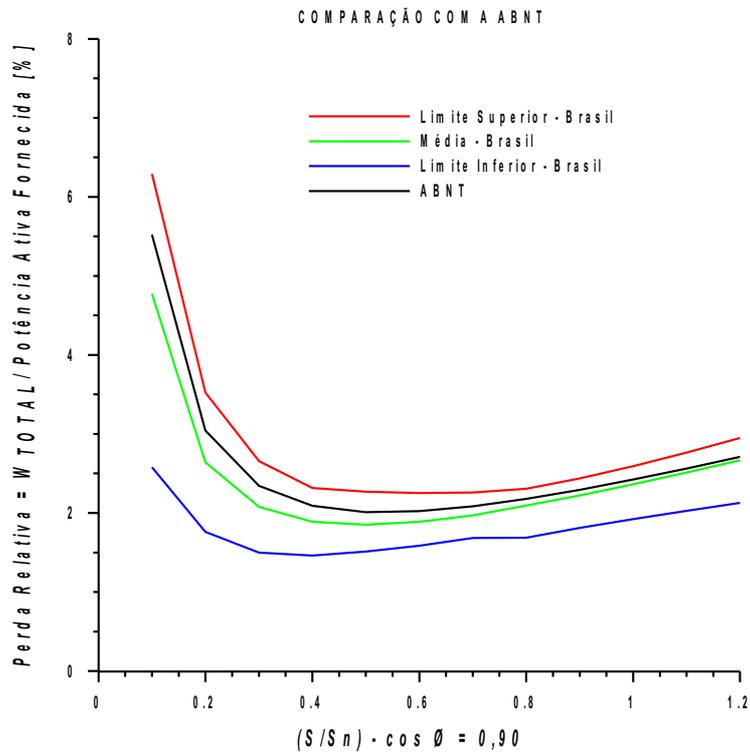


Figura - Comparação de perdas entre o padrão Brasil e a ABNT para 75 kVA.

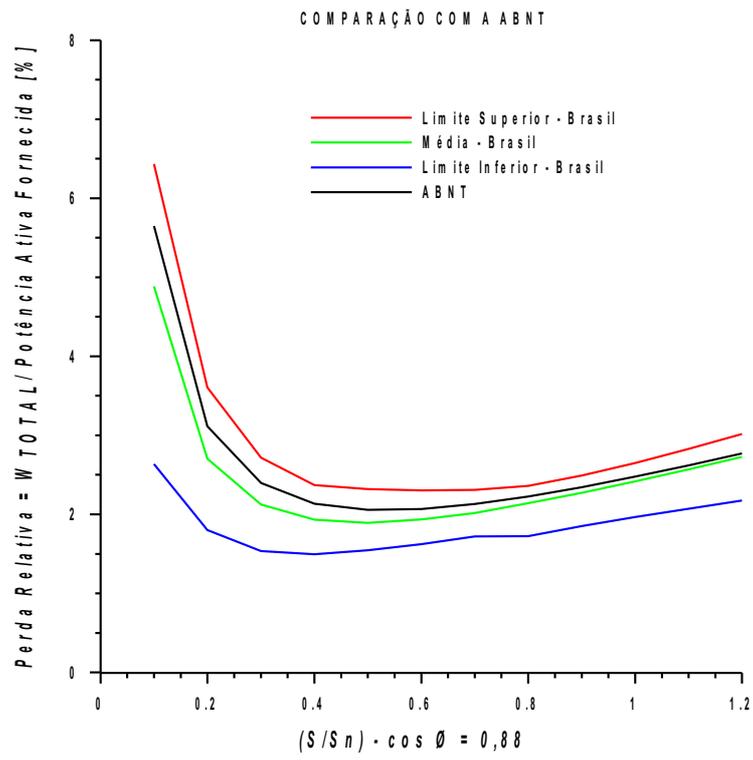


Figura - Comparação de perdas entre o padrão Brasil e a ABNT para 75 kVA.

Comparação de eficiência entre transformadores nacionais e a norma nacional da China - GB/T
– 6451 - 1999

Estado: novo
Tipo de alimentação: Trifásica
Classe de isolamento: 15KV
Potências: 30kVA, 45kVA, 75kVA, 112,5kVA e 150kVA

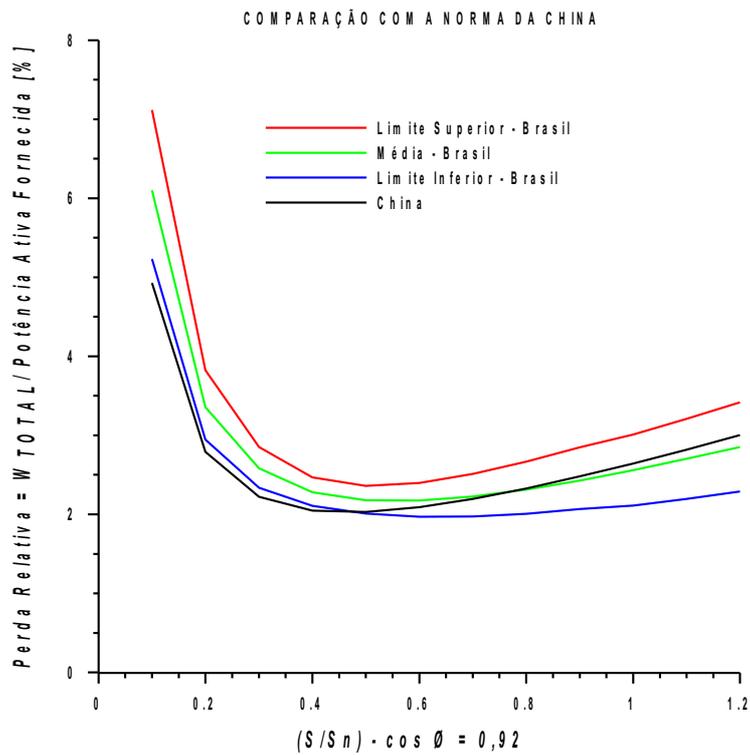


Figura - Comparação de perdas entre o padrão China e o padrão Brasil para 30 kVA.

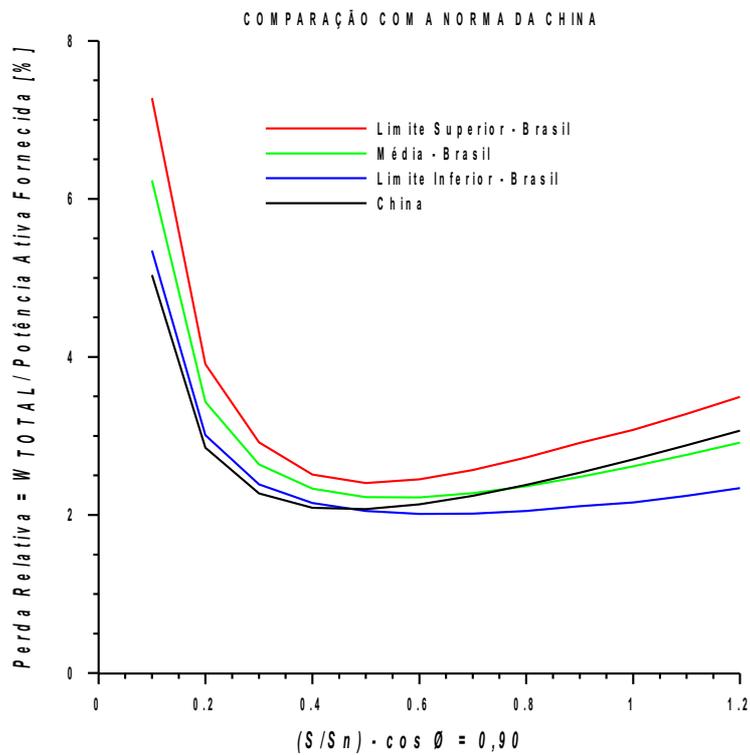


Figura - Comparação de perdas entre o padrão China e o padrão Brasil para 30 kVA.

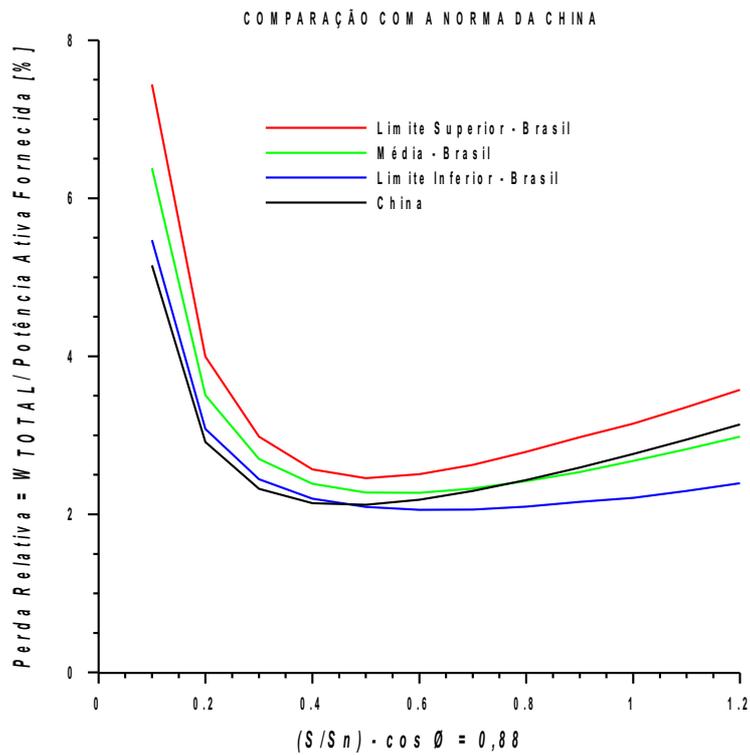


Figura - Comparação de perdas entre o padrão China e o padrão Brasil para 30 kVA.

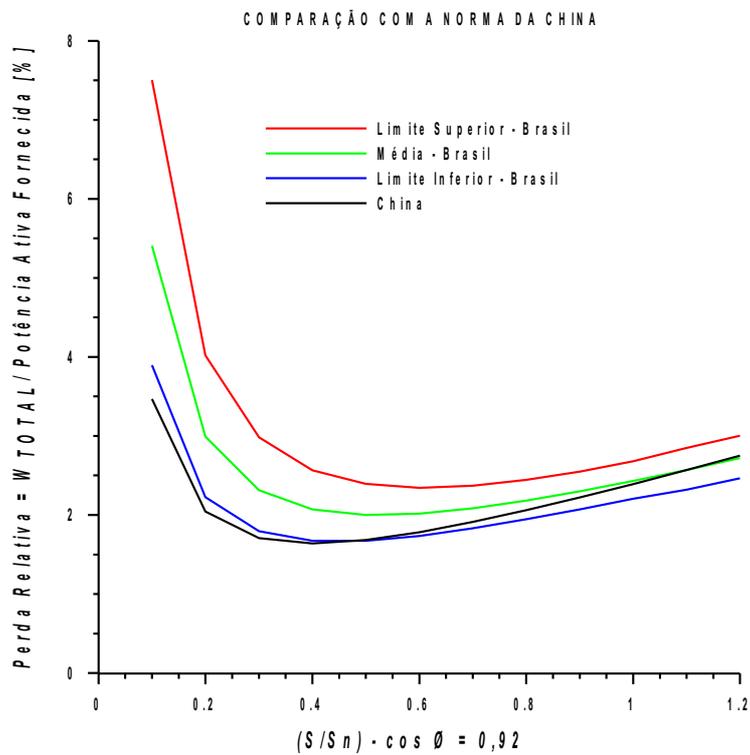


Figura - Comparação de perdas entre o padrão China (50 kVA) e o padrão Brasil (45 kVA).

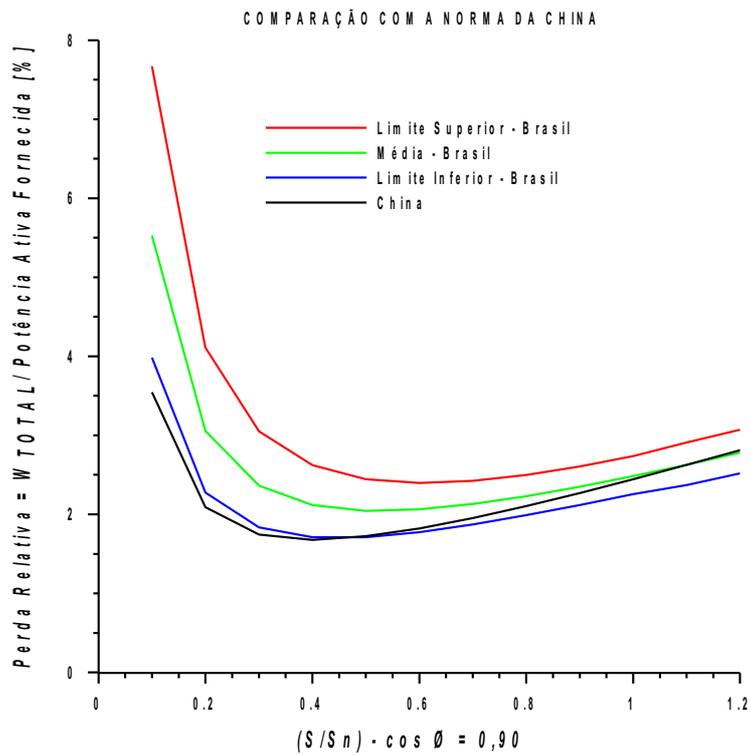


Figura - Comparação de perdas entre o padrão China (50 kVA) e o padrão Brasil (45 kVA).

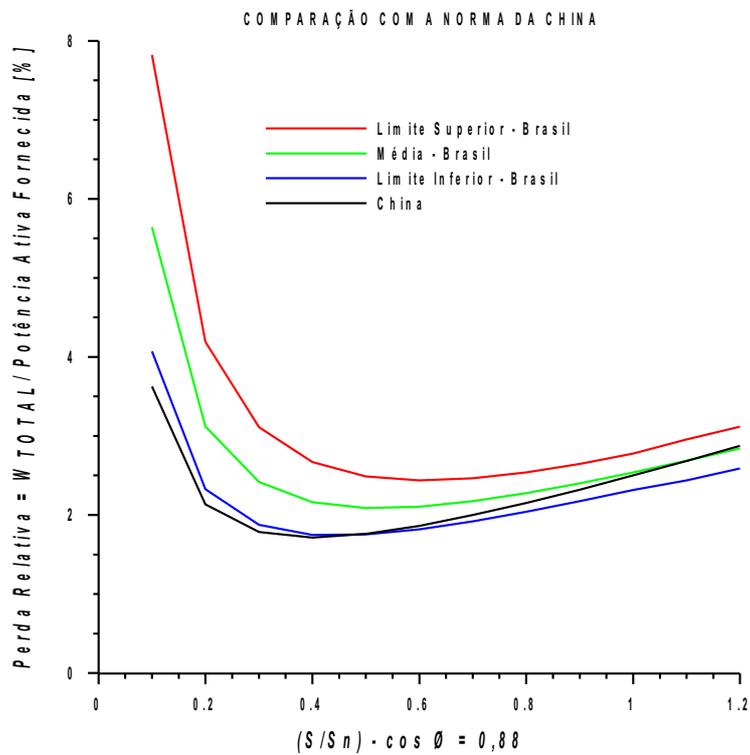


Figura - Comparação de perdas entre o padrão China (50 kVA) e o padrão Brasil (45 kVA).

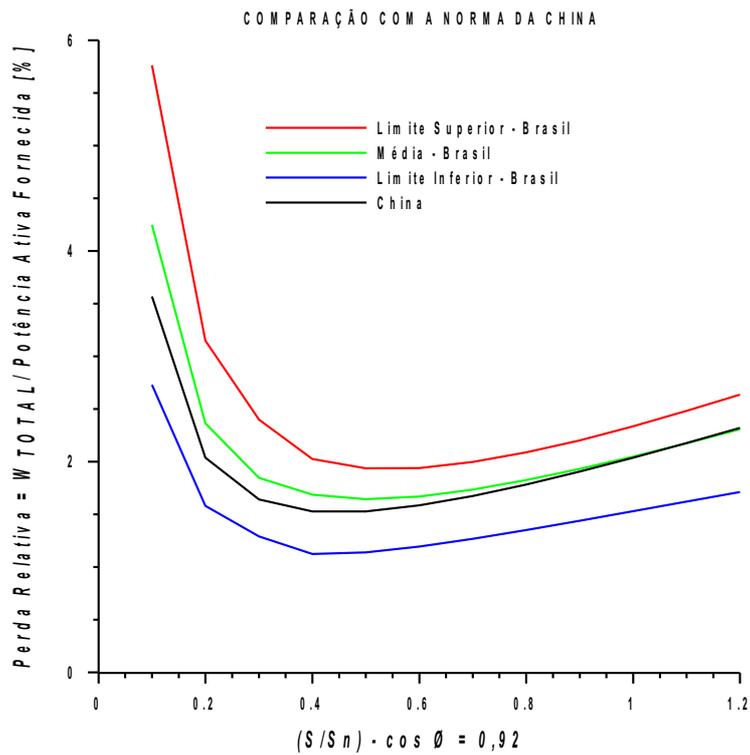


Figura - Comparação de perdas entre o padrão China (80 kVA) e o padrão Brasil (75 kVA).

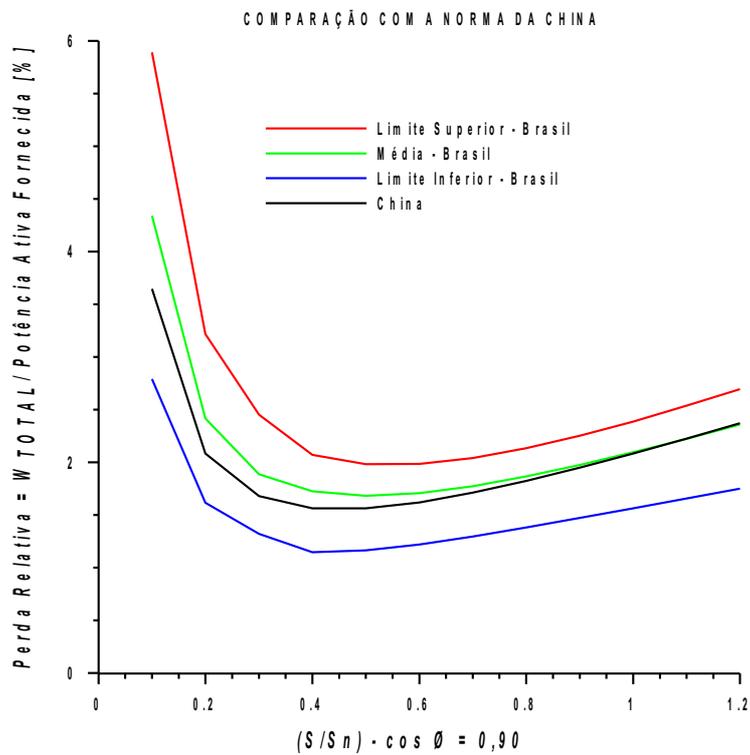


Figura - Comparação de perdas entre o padrão China (80 kVA) e o padrão Brasil (75 kVA).

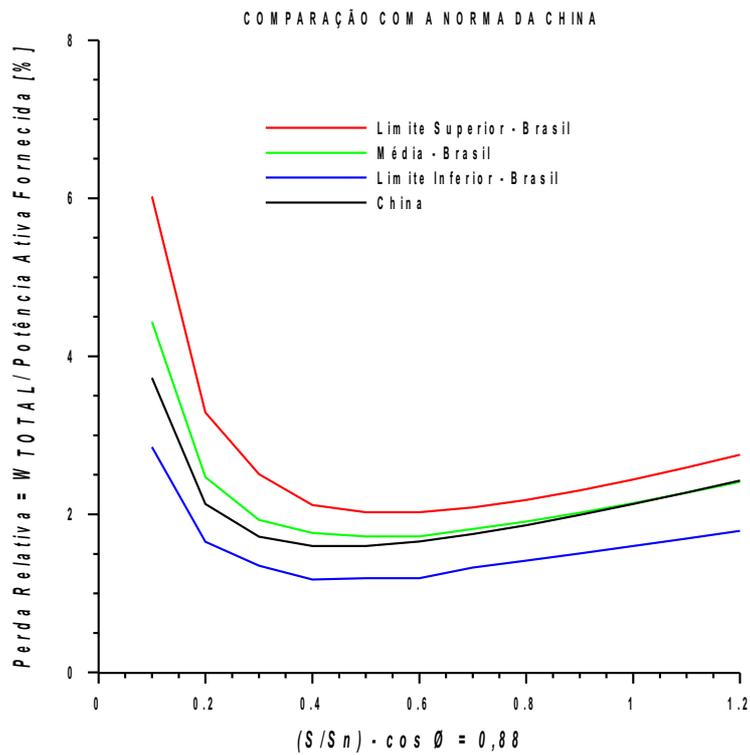


Figura - Comparação de perdas entre o padrão China (80 kVA) e o padrão Brasil (75 kVA).

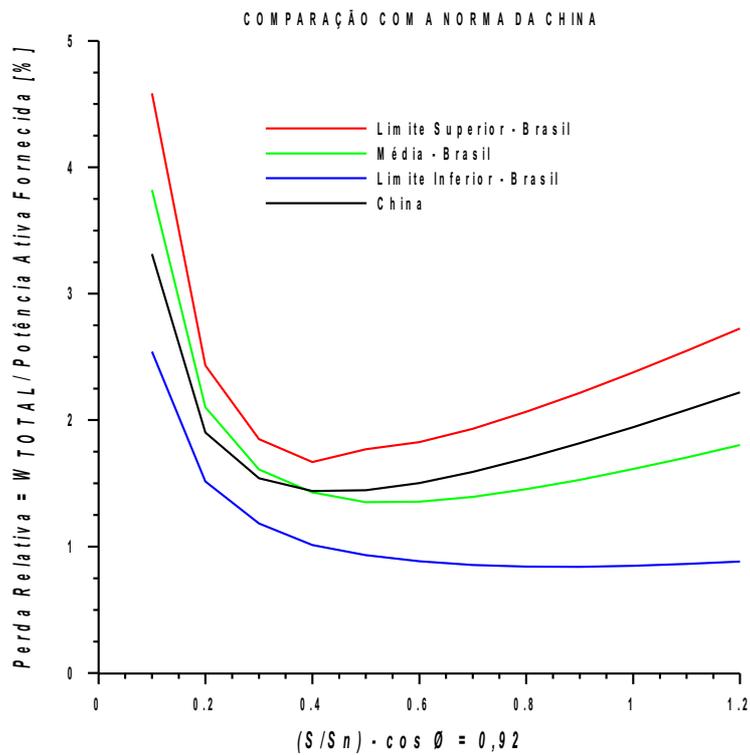


Figura - Comparação de perdas entre o padrão China (100 kVA) e o padrão Brasil (112,5 kVA).

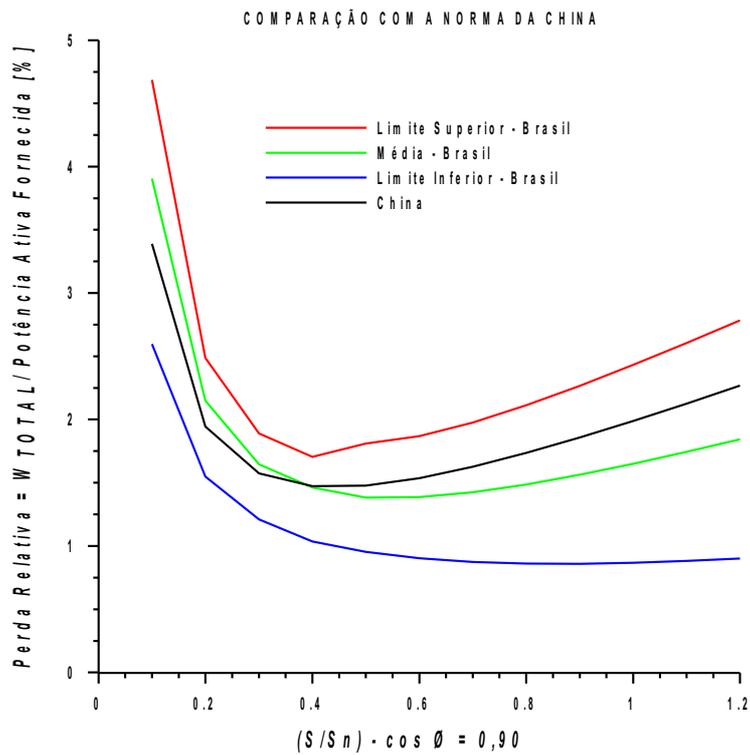


Figura - Comparação de perdas entre o padrão China (100 kVA) e o padrão Brasil (112,5 kVA).

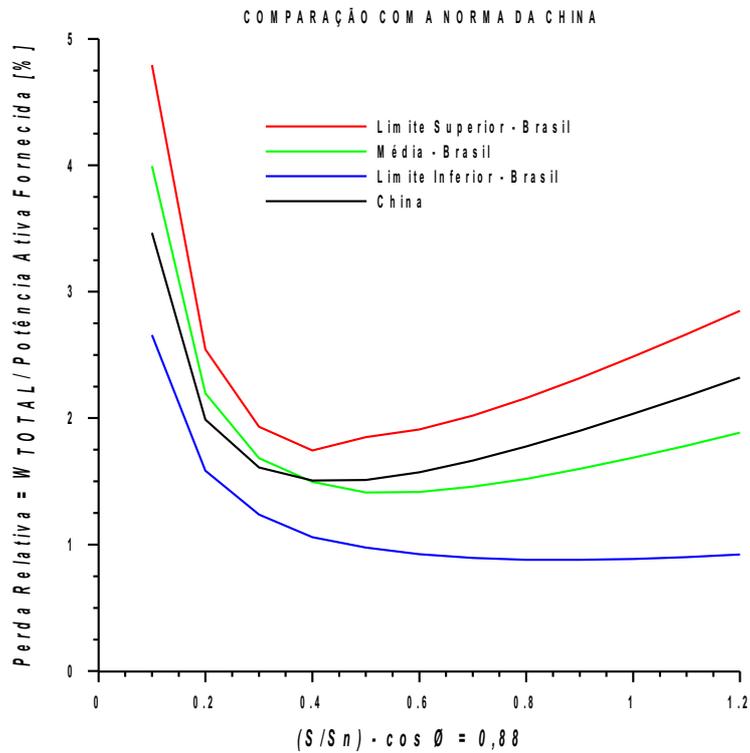


Figura - Comparação de perdas entre o padrão China (100 kVA) e o padrão Brasil (112,5 kVA).

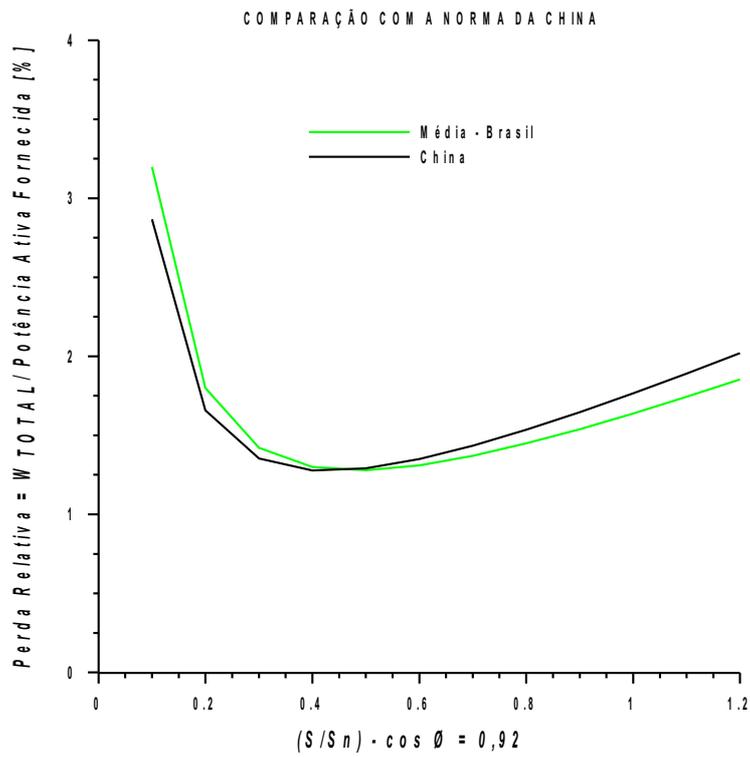


Figura - Comparação de perdas entre o padrão China (160 kVA) e o padrão Brasil (150 kVA).

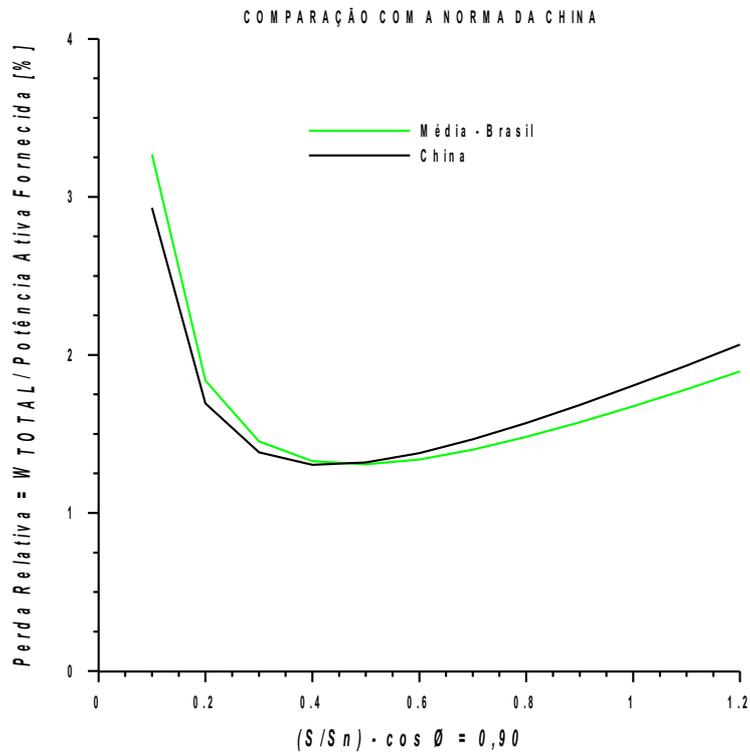


Figura - Comparação de perdas entre o padrão China (160 kVA) e o padrão Brasil (150 kVA).

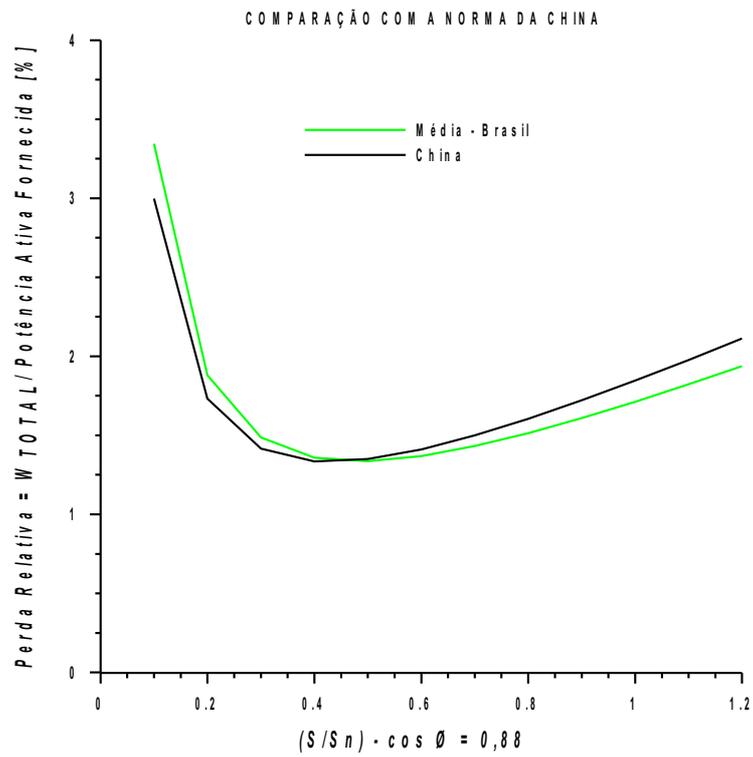


Figura - Comparação de perdas entre o padrão China (160 kVA) e o padrão Brasil (150 kVA).

Comparação de eficiência entre transformadores nacionais e a norma nacional da China - GB/T
– 6451 - 1999

Estado: novo
Tipo de alimentação: Trifásica
Classe de isolamento: 25KV
Potências: 30kVA, 45kVA e 75kVA

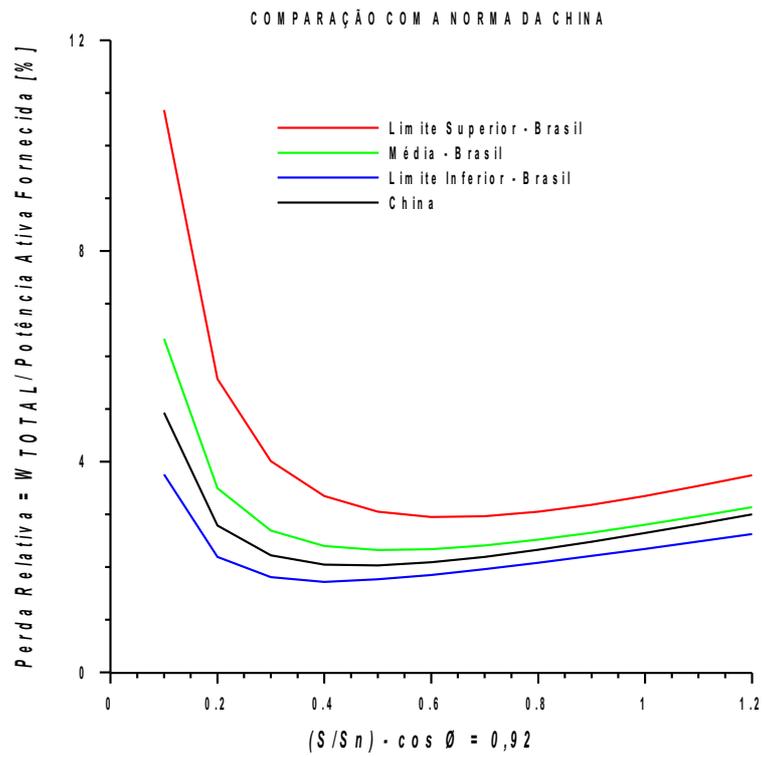


Figura - Comparação de perdas entre o padrão China e o padrão Brasil para 30 kVA.

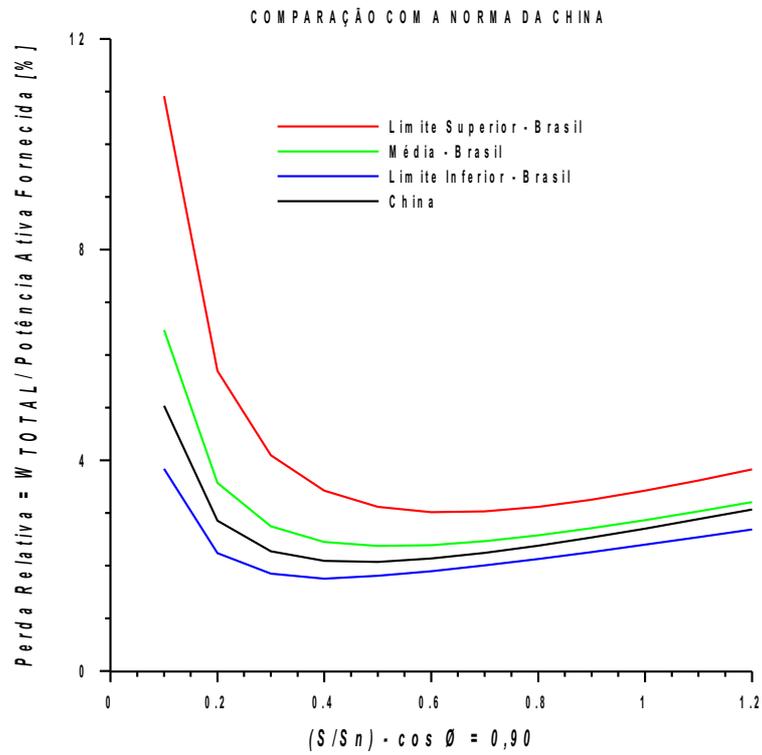


Figura - Comparação de perdas entre o padrão China e o padrão Brasil para 30 kVA.

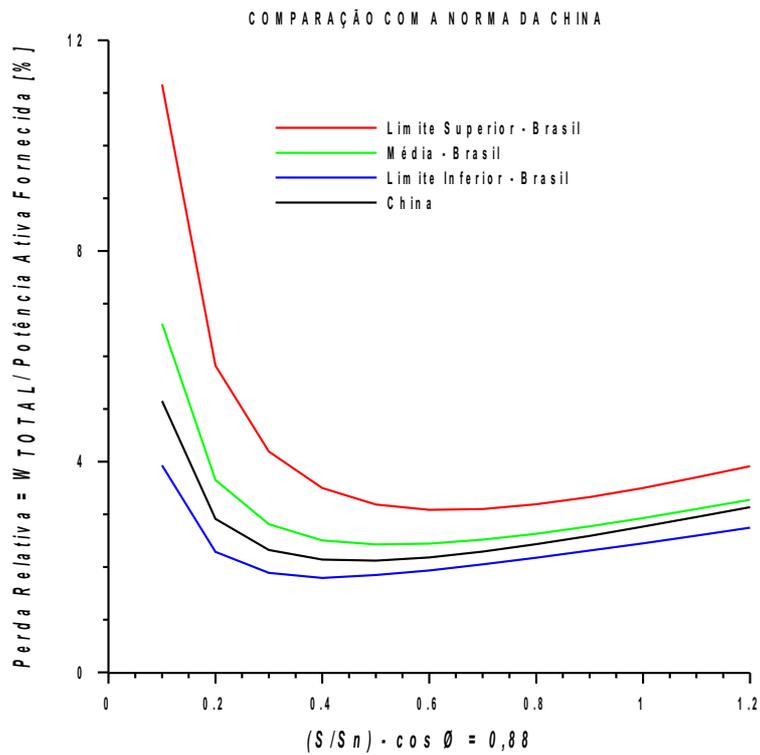


Figura - Comparação de perdas entre o padrão China e o padrão Brasil para 30 kVA.

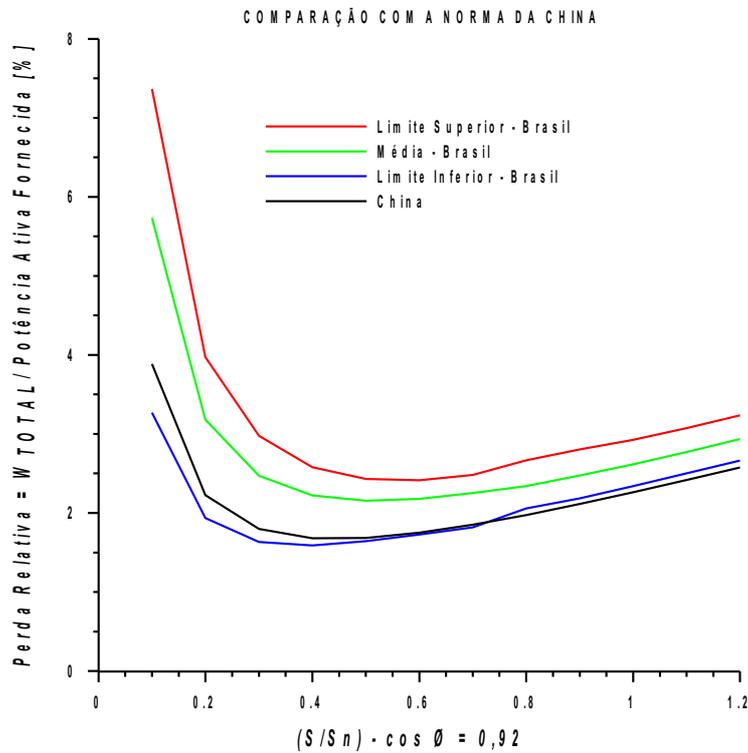


Figura - Comparação de perdas entre o padrão China (50 kVA) e o padrão Brasil (45 kVA).

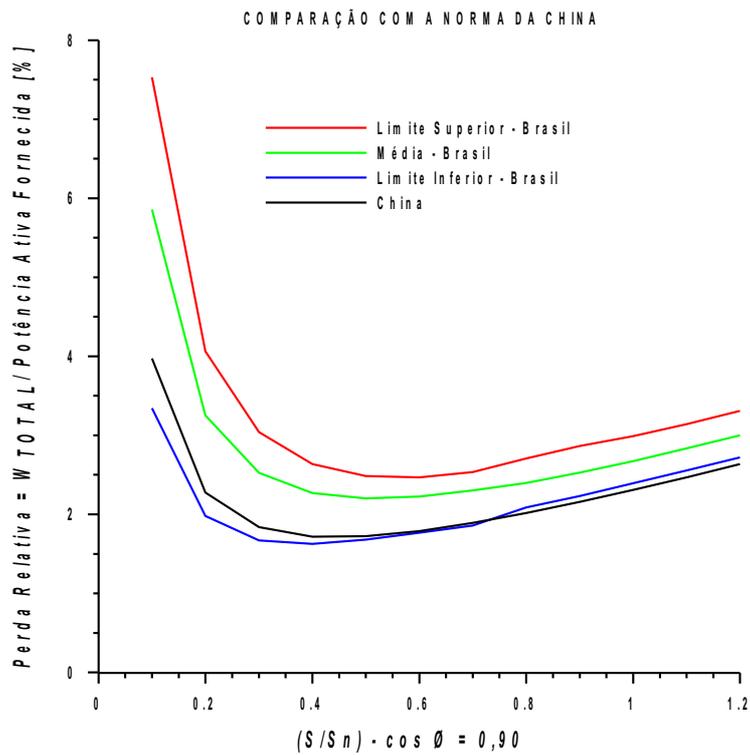


Figura - Comparação de perdas entre o padrão China (50 kVA) e o padrão Brasil (45 kVA).

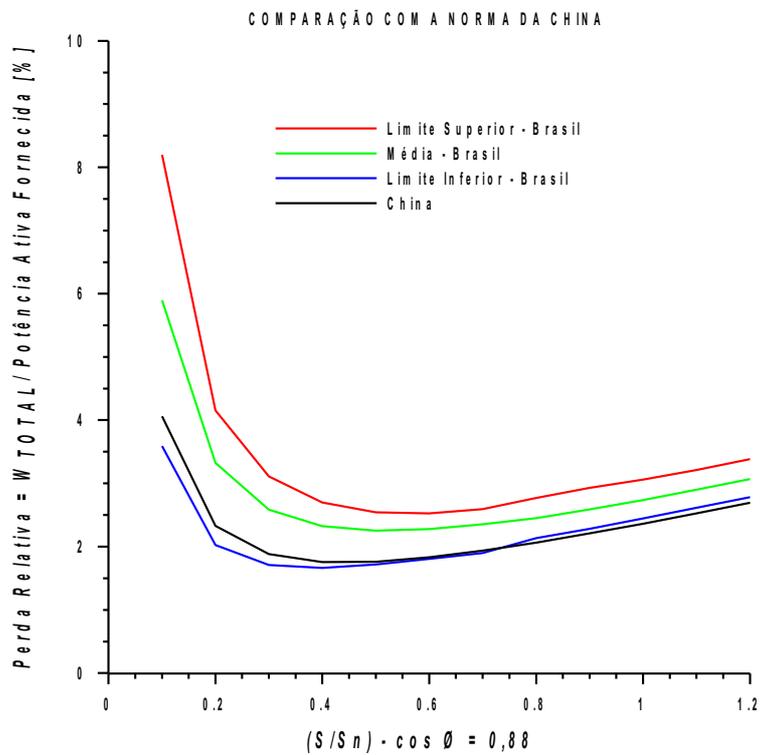


Figura - Comparação de perdas entre o padrão China (50 kVA) e o padrão Brasil (45 kVA).

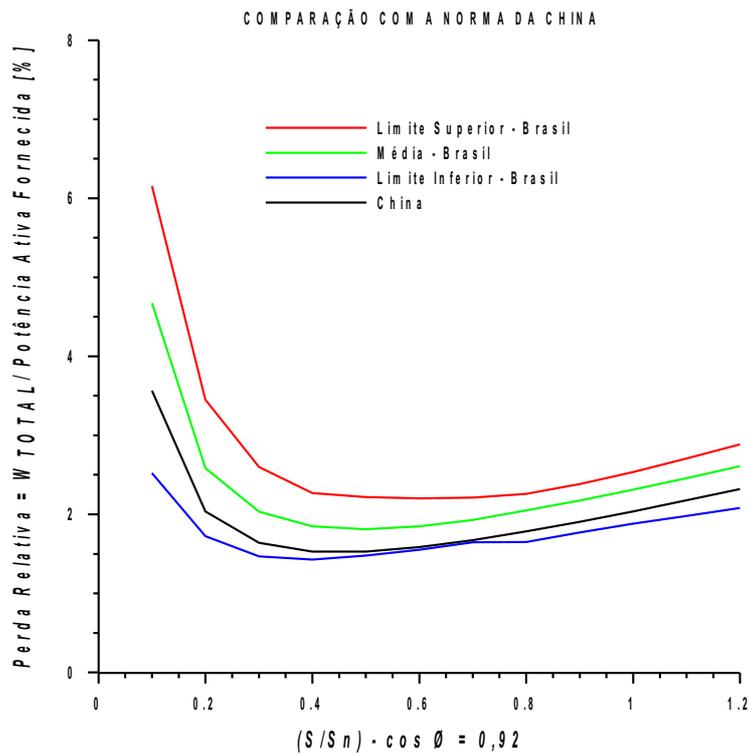


Figura - Comparação de perdas entre o padrão China (80 kVA) e o padrão Brasil (75 kVA).

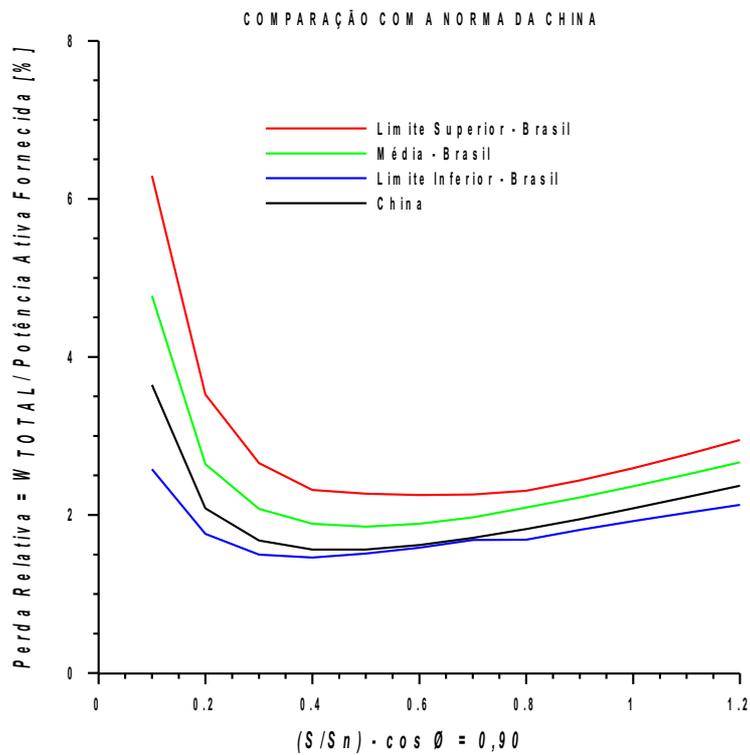


Figura - Comparação de perdas entre o padrão China (80 kVA) e o padrão Brasil (75 kVA).

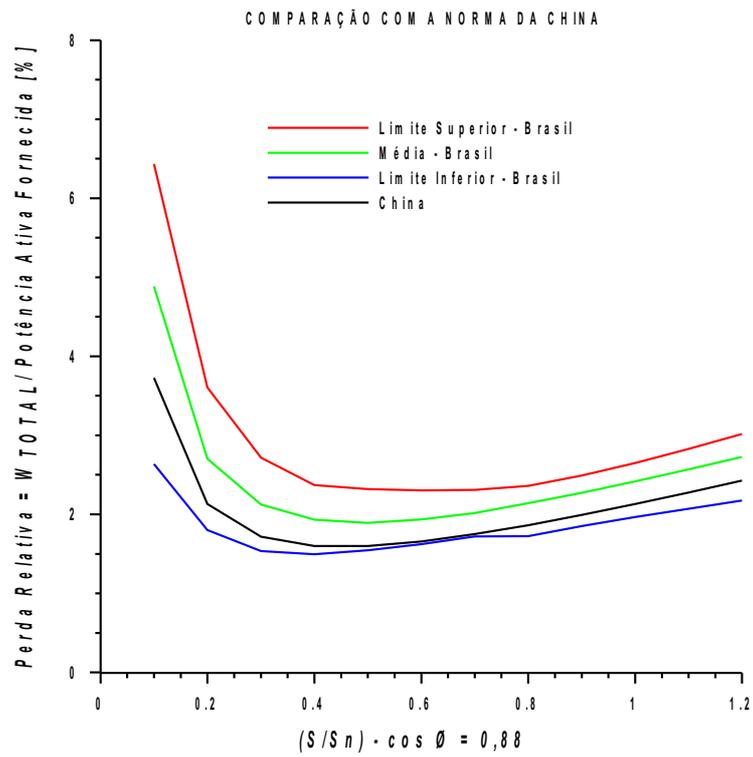


Figura - Comparação de perdas entre o padrão China (80 kVA) e o padrão Brasil (75 kVA).

Comparação de eficiência entre transformadores nacionais e o padrão europeu – (HD 428)

Estado: novo

Tipo de alimentação: Trifásico

Classe de isolamento: 15KV

Potências: 30kVA, 45kVA, 75kVA e 112,5kVA e 150kVA

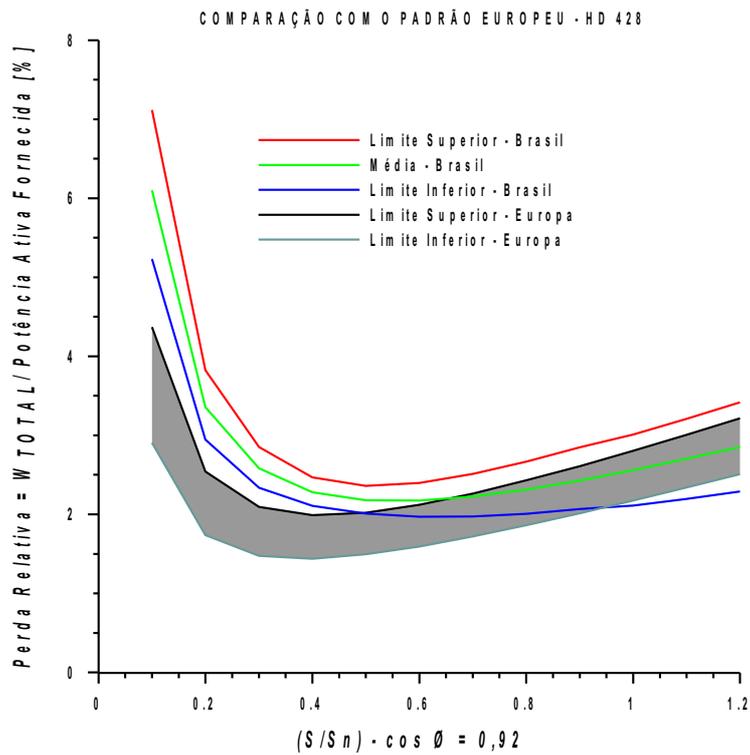


Figura - Comparação entre o padrão Europa (50 kVA) e o padrão Brasil (30 kVA).

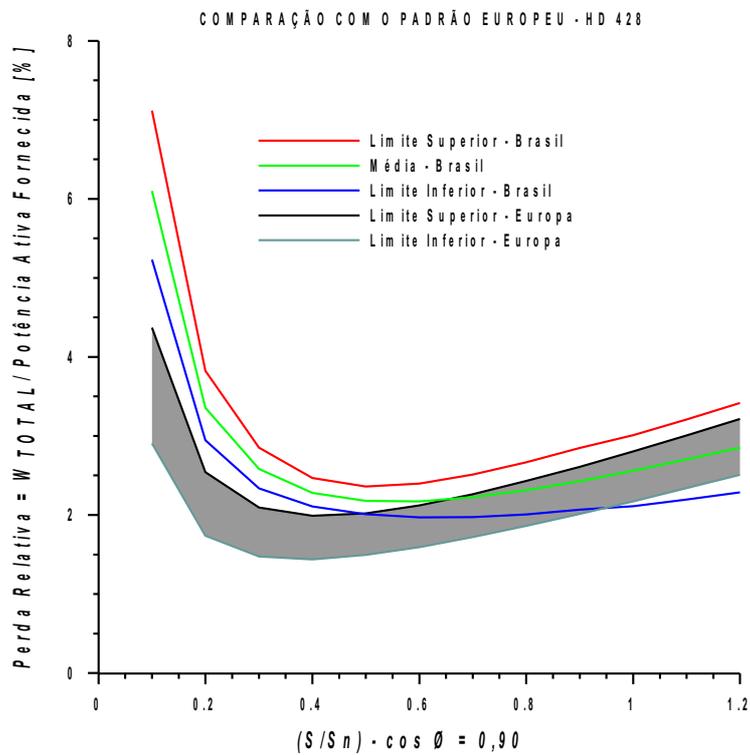


Figura - Comparação entre o padrão Europa (50 kVA) e o padrão Brasil (30 kVA).

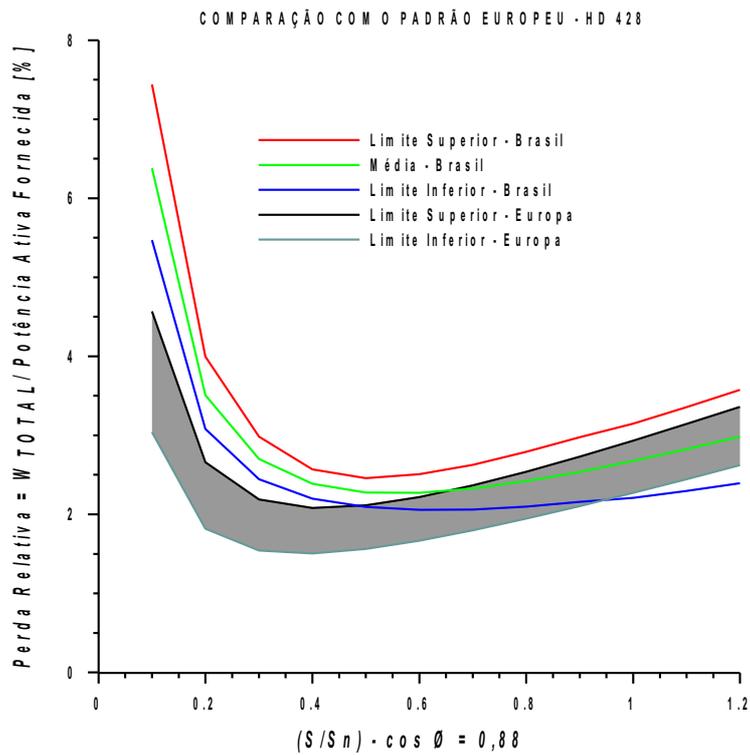


Figura - Comparação entre o padrão Europa (50 kVA) e o padrão Brasil (30 kVA).

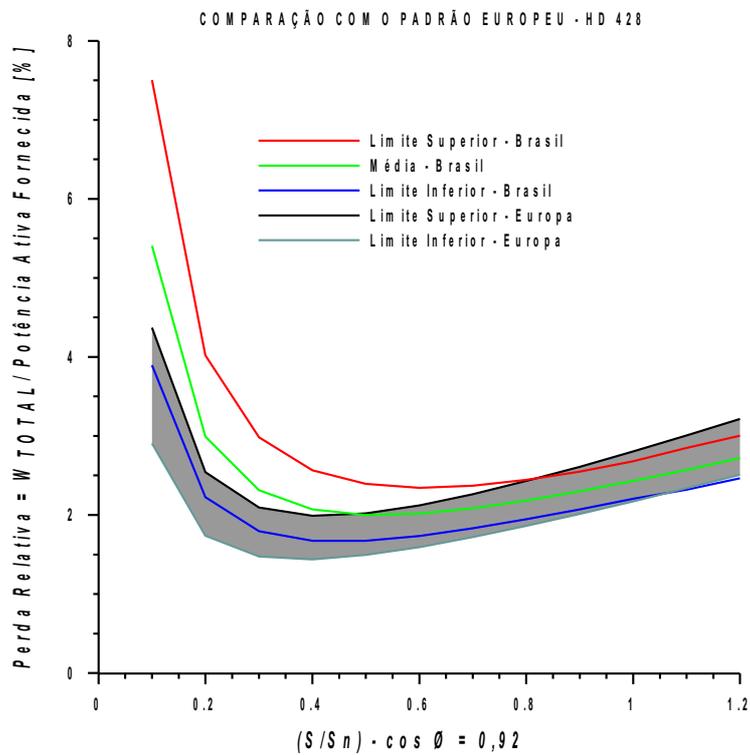


Figura - Comparação entre o padrão Europa (50 kVA) e o padrão Brasil (45 kVA).

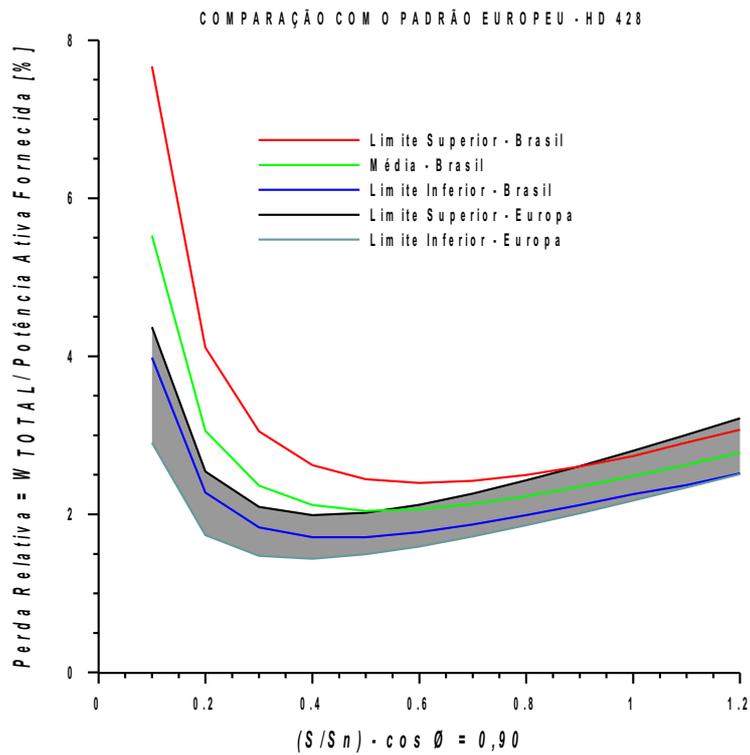


Figura - Comparação entre o padrão Europa (50 kVA) e o padrão Brasil (45 kVA).

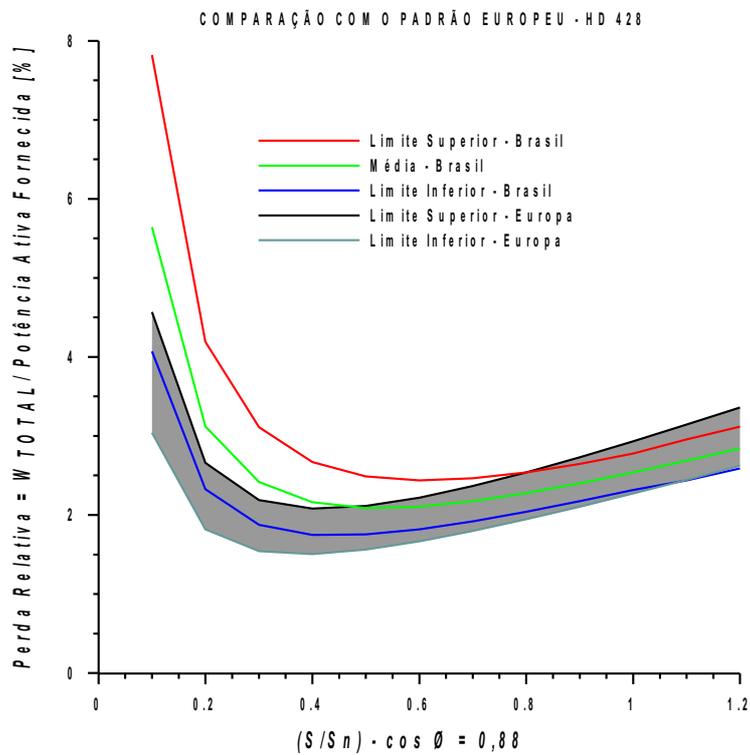


Figura - Comparação entre o padrão Europa (50 kVA) e o padrão Brasil (45 kVA).

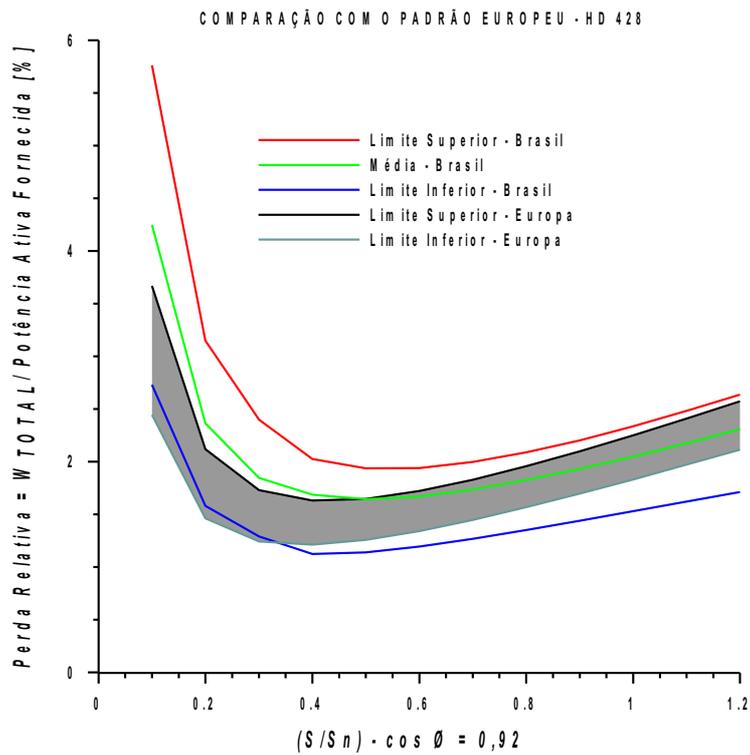


Figura - Comparação entre o padrão Europa (100 kVA) e o padrão Brasil (75 kVA).

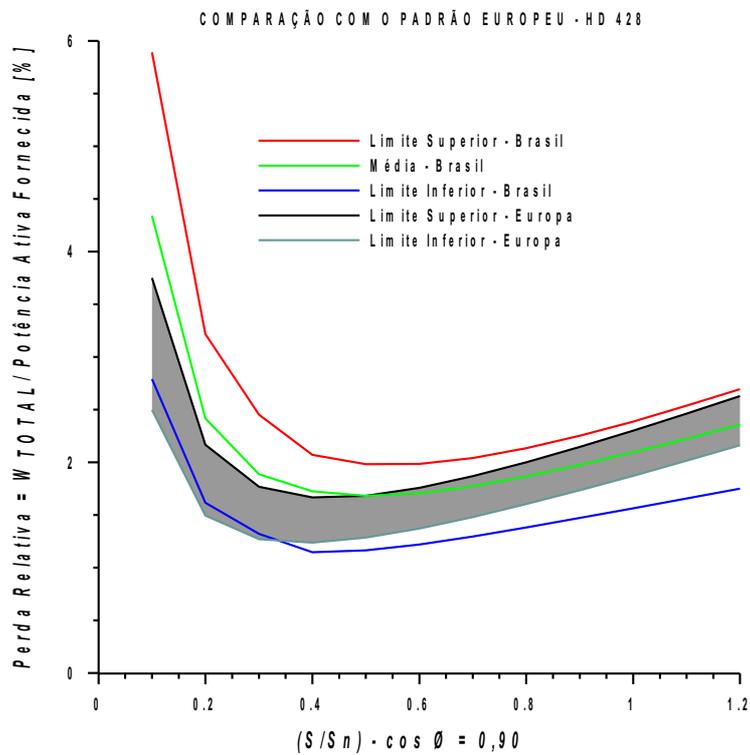


Figura - Comparação entre o padrão Europa (100 kVA) e o padrão Brasil (75 kVA).

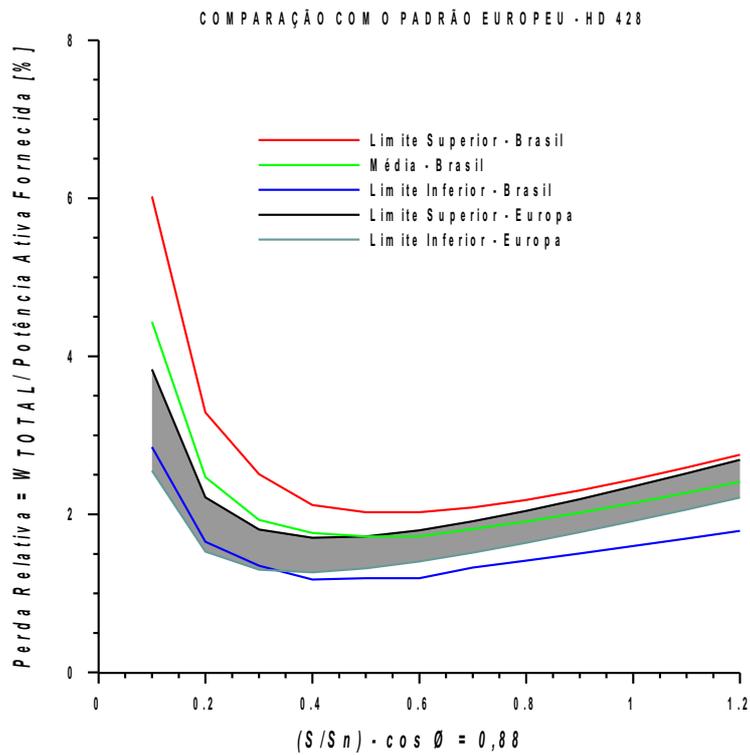


Figura - Comparação entre o padrão Europa (100 kVA) e o padrão Brasil (75 kVA).

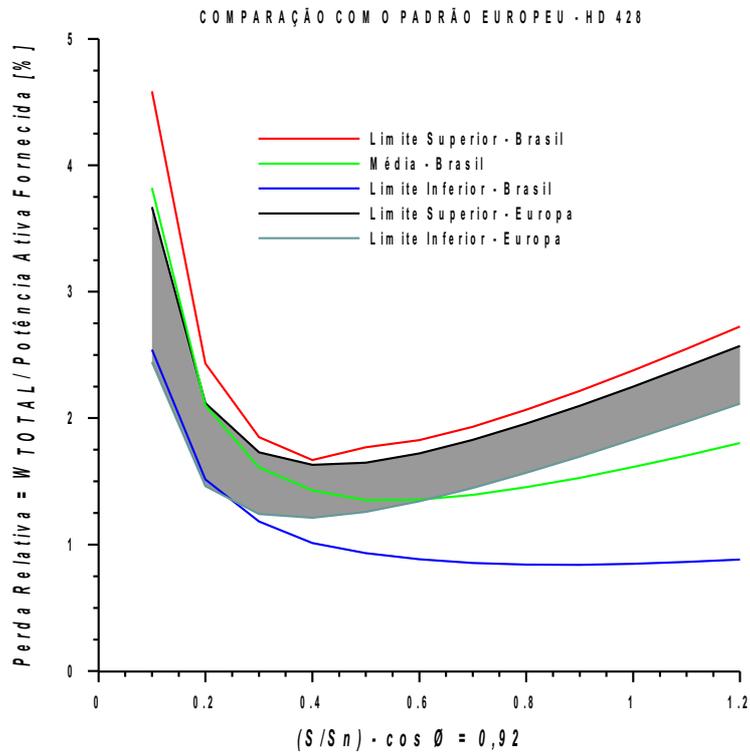


Figura - Comparação entre o padrão Europa (100 kVA) e o padrão Brasil (112,5 kVA).

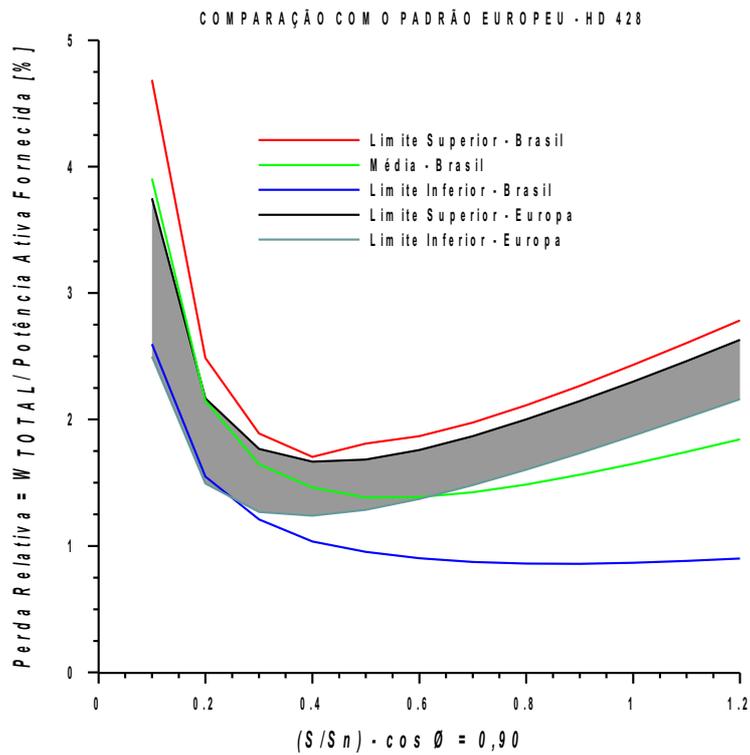


Figura - Comparação entre o padrão Europa (100 kVA) e o padrão Brasil (112,5 kVA).

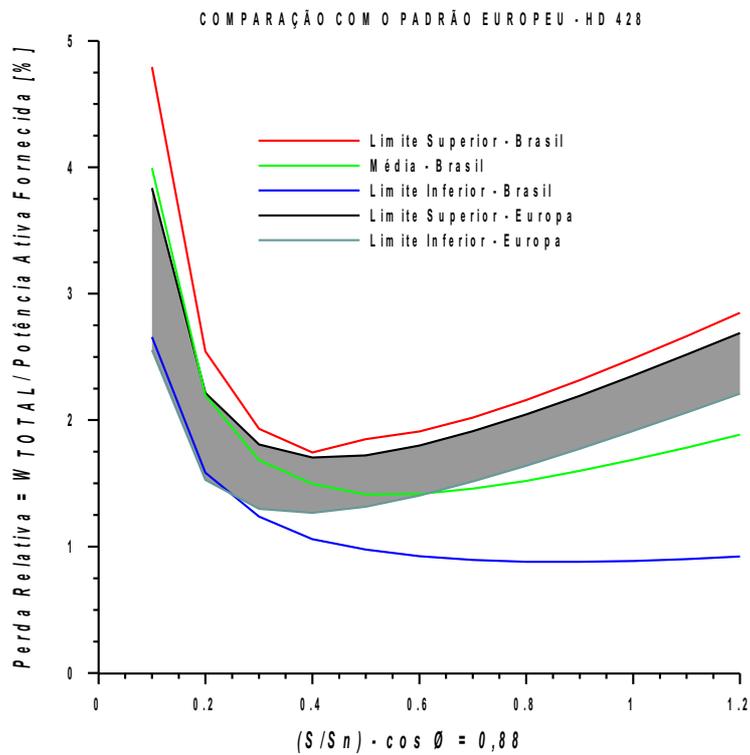


Figura - Comparação entre o padrão Europa (100 kVA) e o padrão Brasil (112,5 kVA).

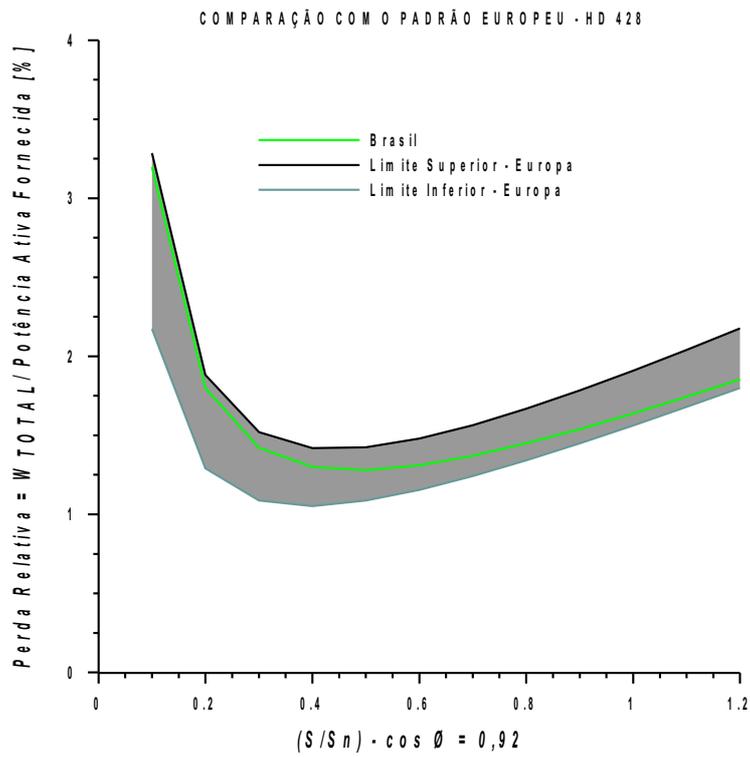


Figura - Comparação entre o padrão Europa (160 kVA) e o padrão Brasil (150 kVA).

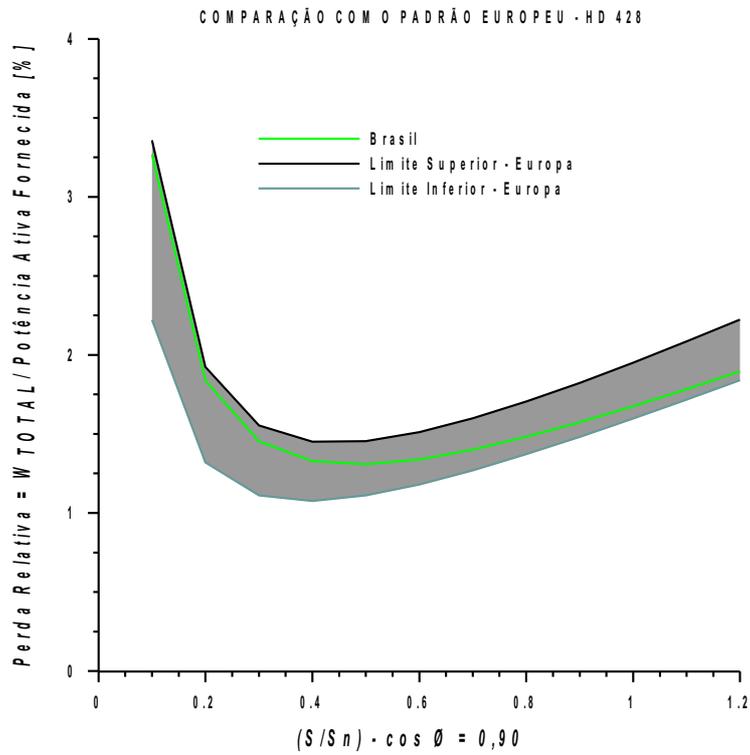


Figura - Comparação entre o padrão Europa (160 kVA) e o padrão Brasil (150 kVA).

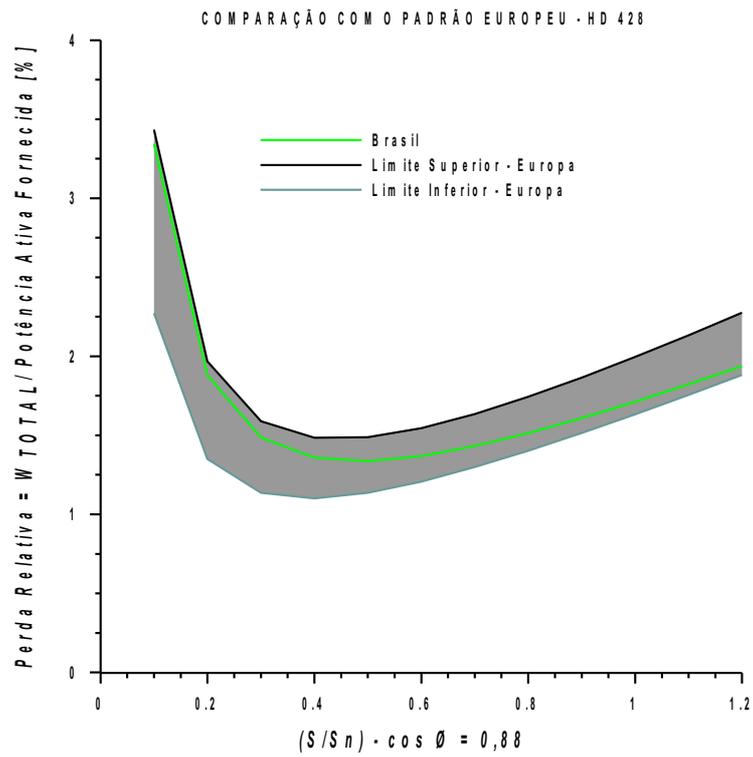


Figura - Comparação entre o padrão Europa (160 kVA) e o padrão Brasil (150 kVA).

Comparação de eficiência entre transformadores nacionais e o padrão europeu – (HD 428)

Estado: novo

Tipo de alimentação: Trifásico

Classe de isolamento: 25KV

Potências: 30kVA, 45kVA e 75kVA

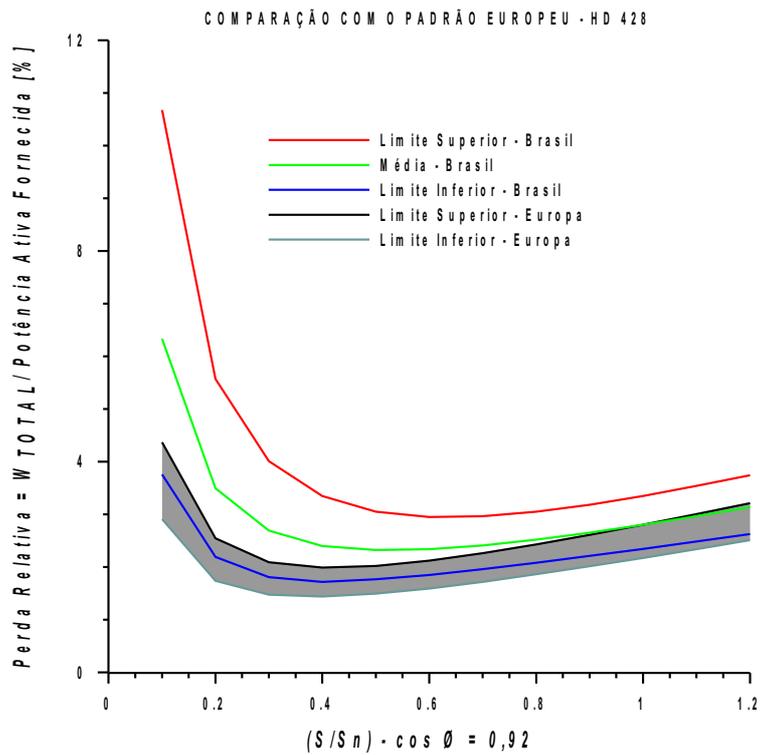


Figura - Comparação entre o padrão Europa (50 kVA) e o padrão Brasil (30 kVA).

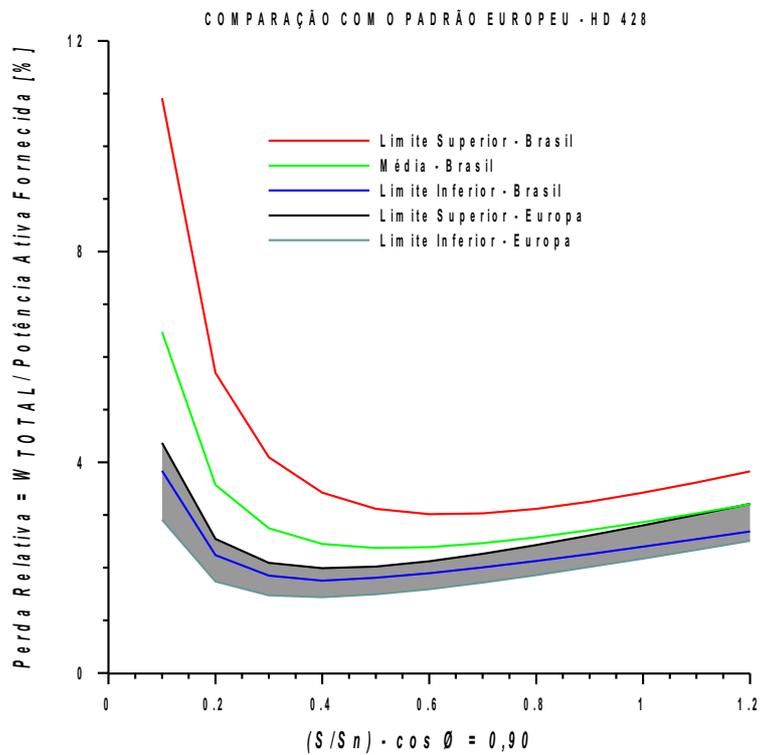


Figura - Comparação entre o padrão Europa (50 kVA) e o padrão Brasil (30 kVA).

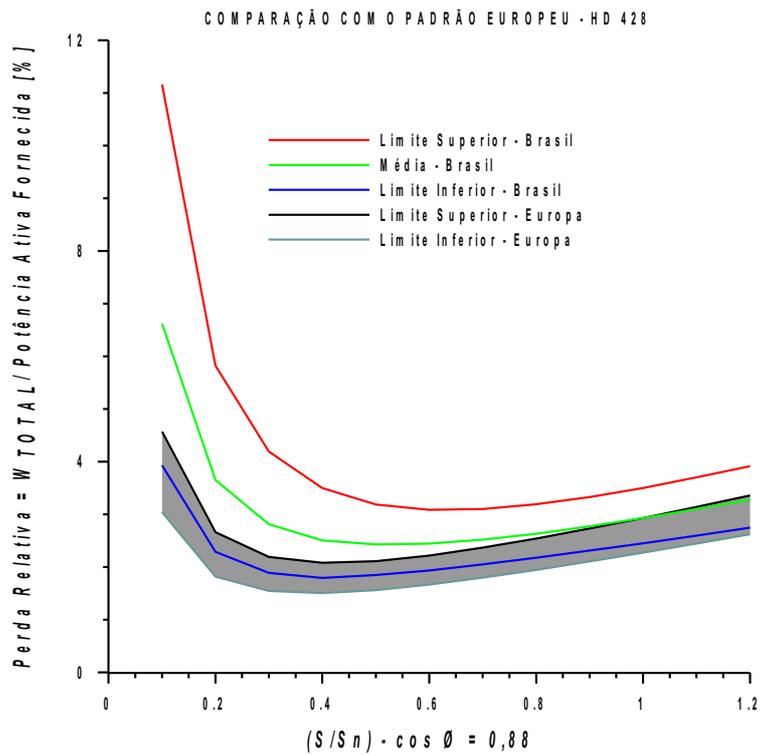


Figura - Comparação entre o padrão Europa (50 kVA) e o padrão Brasil (30 kVA).

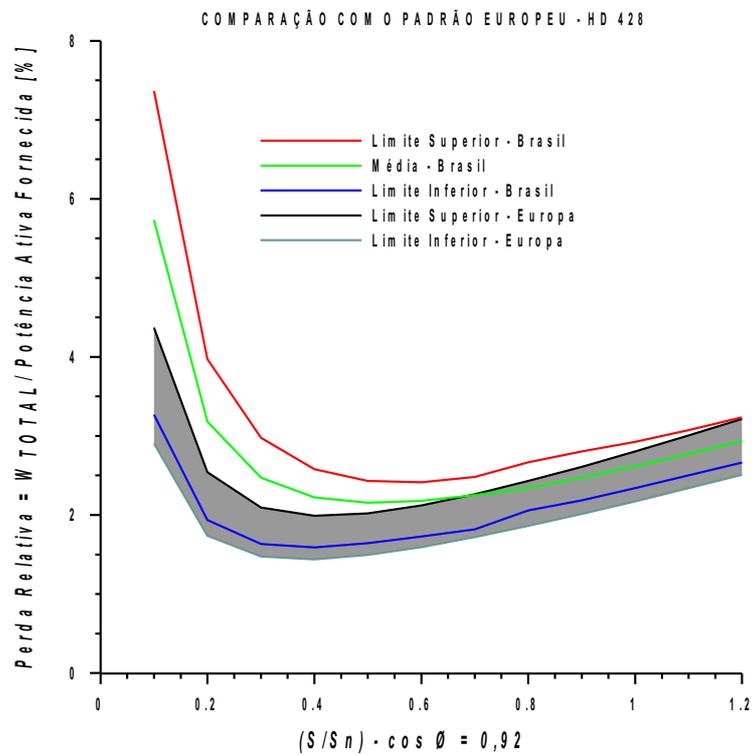


Figura - Comparação entre o padrão Europa (50 kVA) e o padrão Brasil (45 kVA).

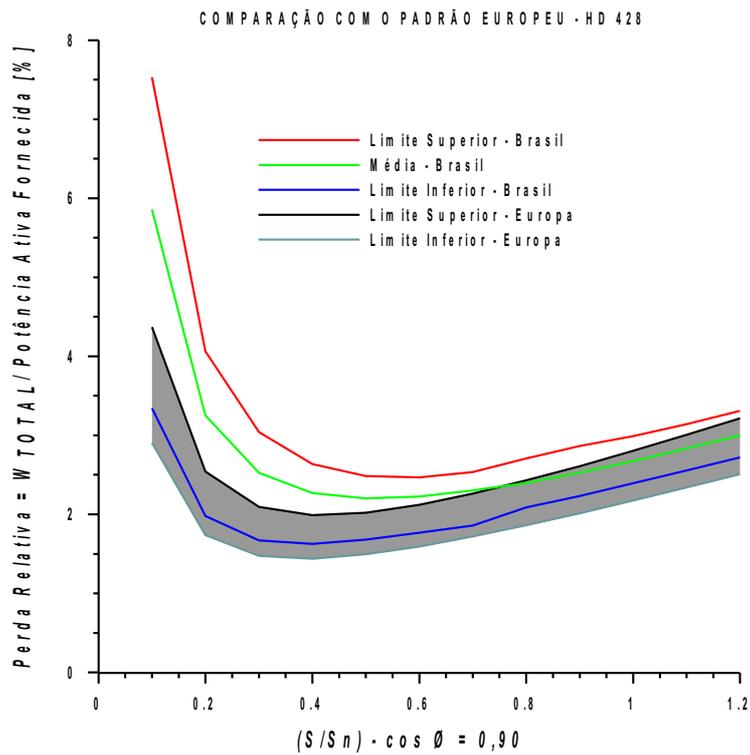


Figura - Comparação entre o padrão Europa (50 kVA) e o padrão Brasil (45 kVA).

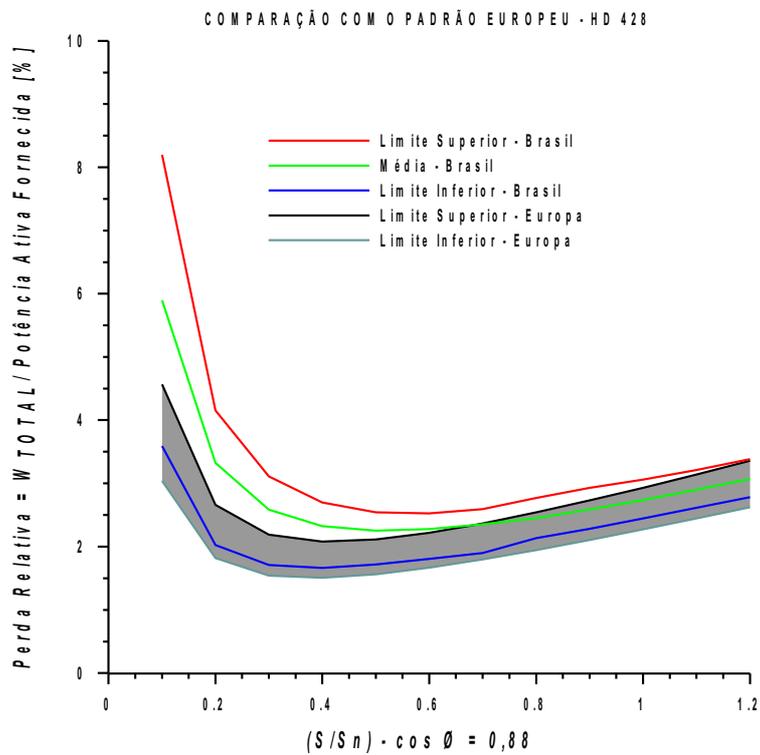


Figura - Comparação entre o padrão Europa (50 kVA) e o padrão Brasil (45 kVA).

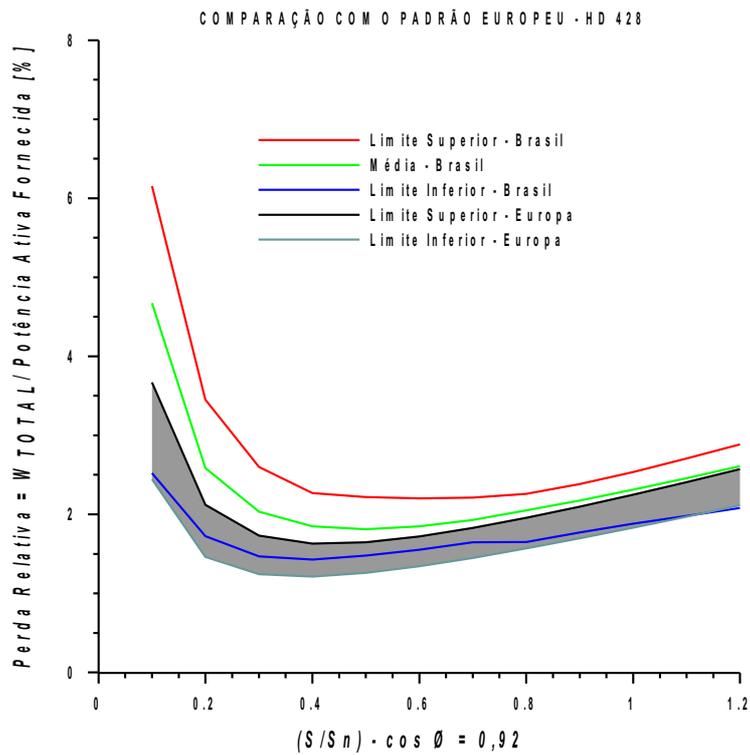


Figura - Comparação entre o padrão Europa (100 kVA) e o padrão Brasil (75 kVA).

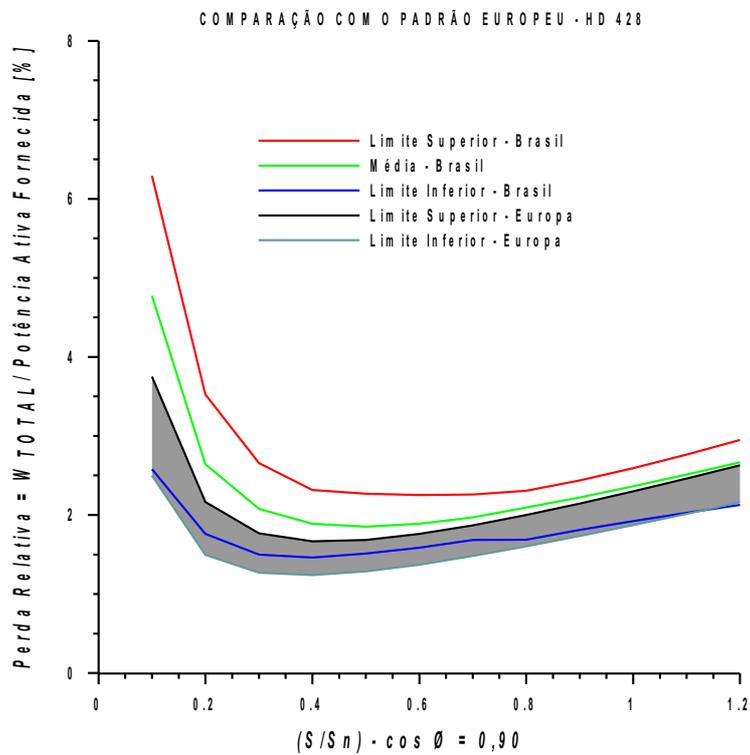


Figura - Comparação entre o padrão Europa (100 kVA) e o padrão Brasil (75 kVA).

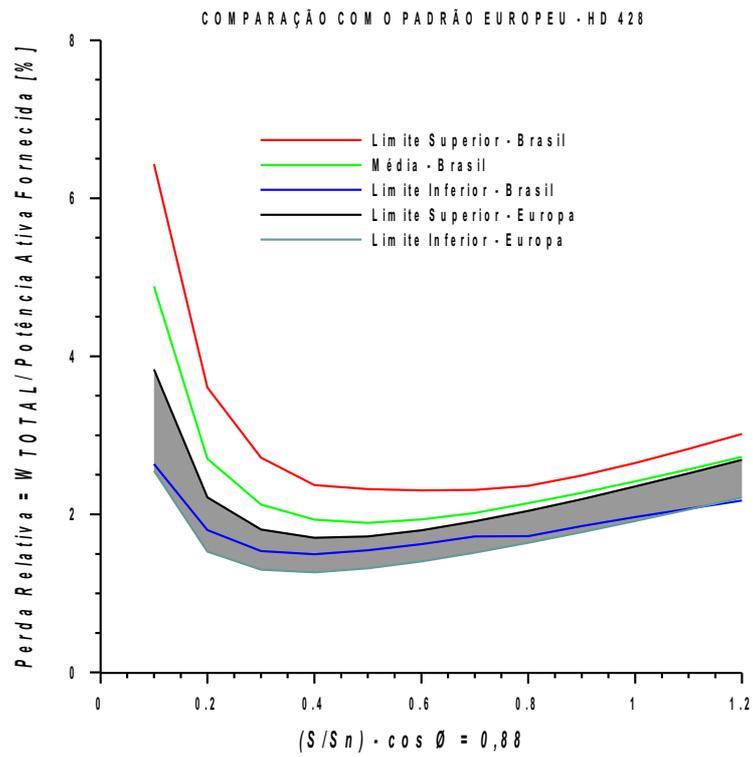


Figura - Comparação entre o padrão Europa (100 kVA) e o padrão Brasil (75 kVA).

Comparação de eficiência entre transformadores nacionais e a Norma Oficial Mexicana - NOM

Estado: novo

Tipo de alimentação: Trifásico

Classe de isolamento: 15KV

Potências: 30kVA, 45kVA, 75kVA e 112,5kVA e 150kVA

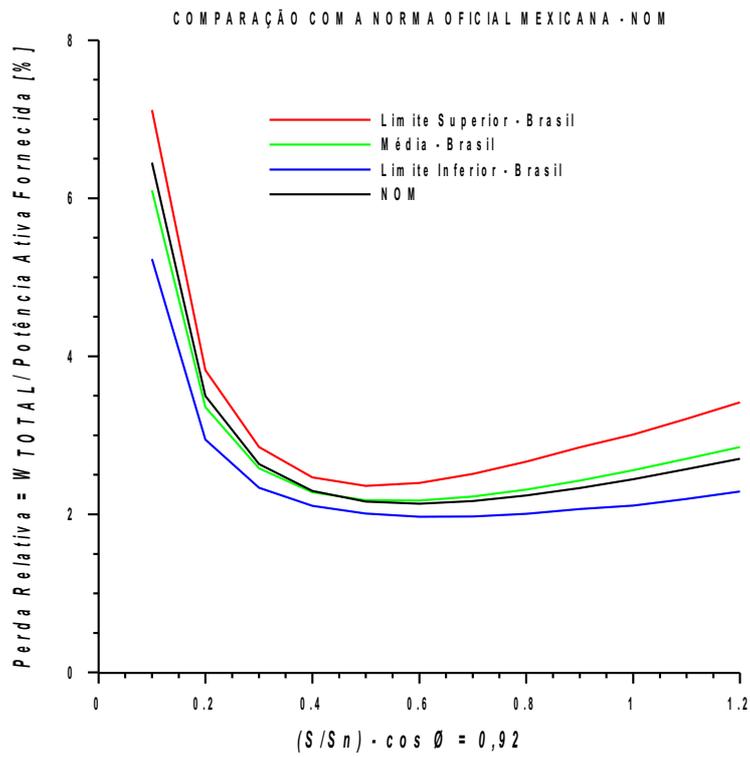


Figura - Comparação entre a NOM e o padrão Brasil para 30 kVA.

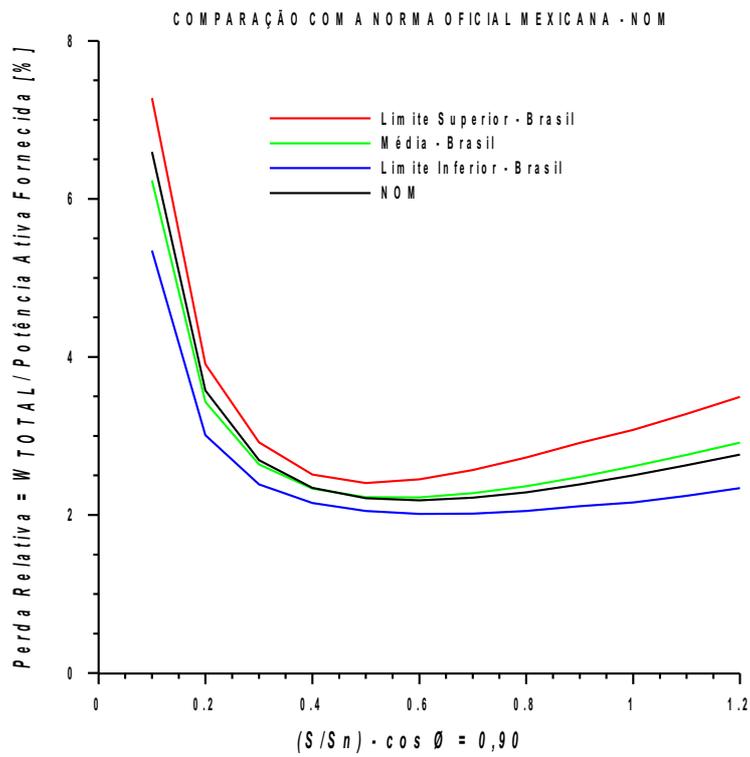


Figura - Comparação entre a NOM e o padrão Brasil para 30 kVA.

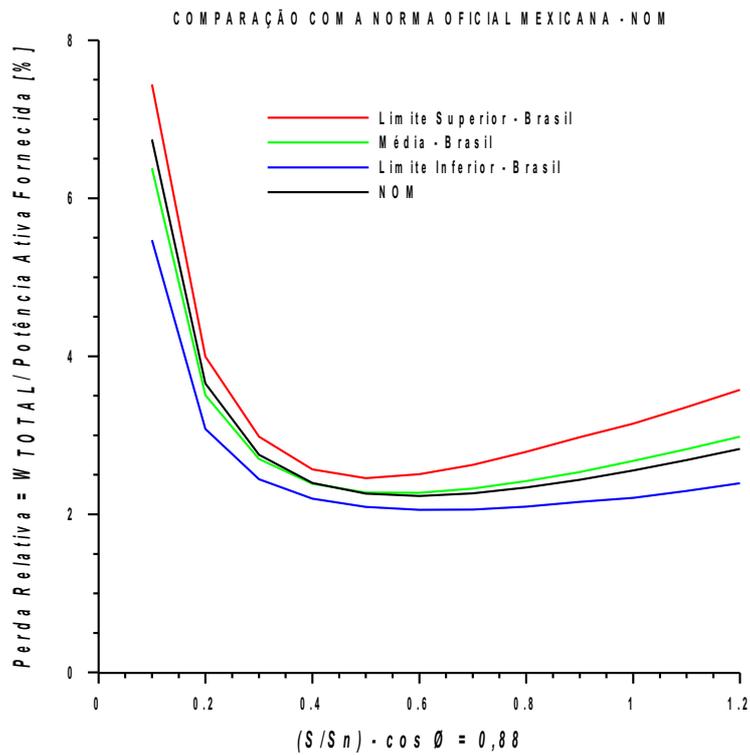


Figura - Comparação entre a NOM e o padrão Brasil para 30 kVA.

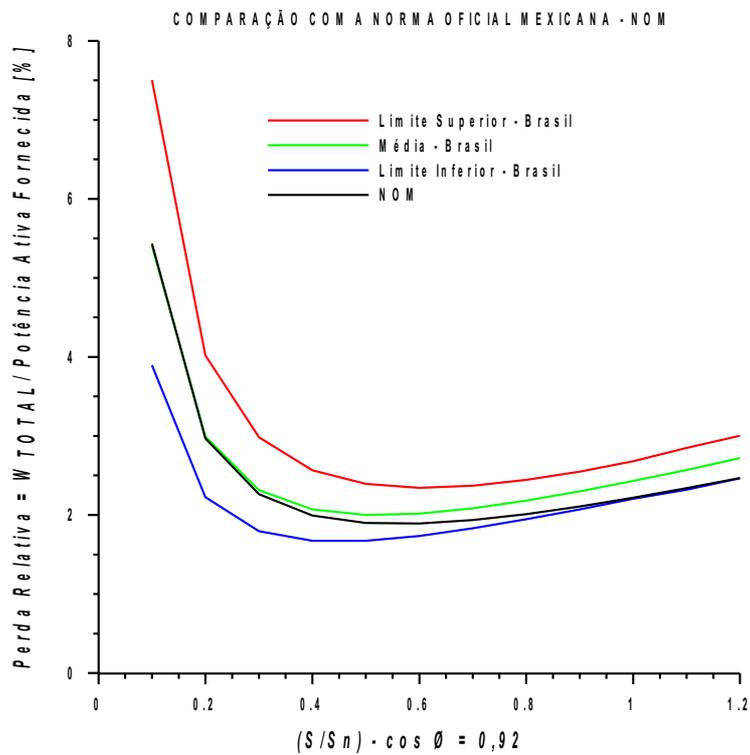


Figura - Comparação entre a NOM e o padrão Brasil para 45 kVA.

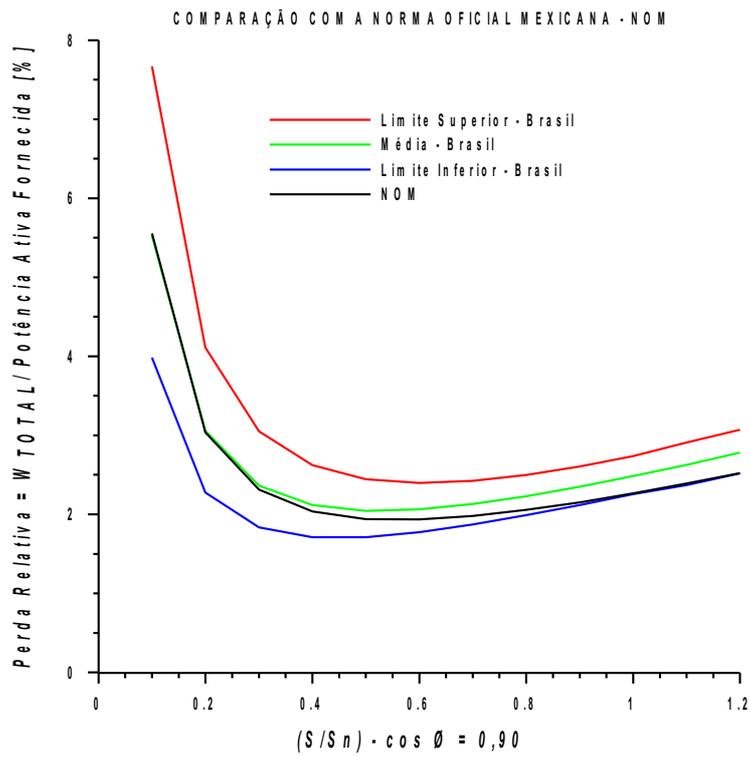


Figura - Comparação entre a NOM e o padrão Brasil para 45 kVA.

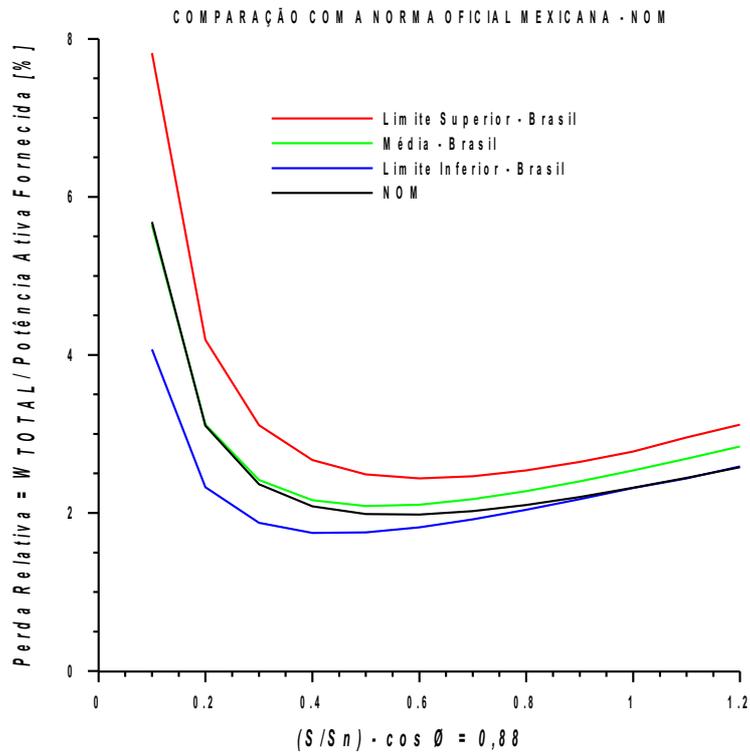


Figura - Comparação entre a NOM e o padrão Brasil para 45 kVA.

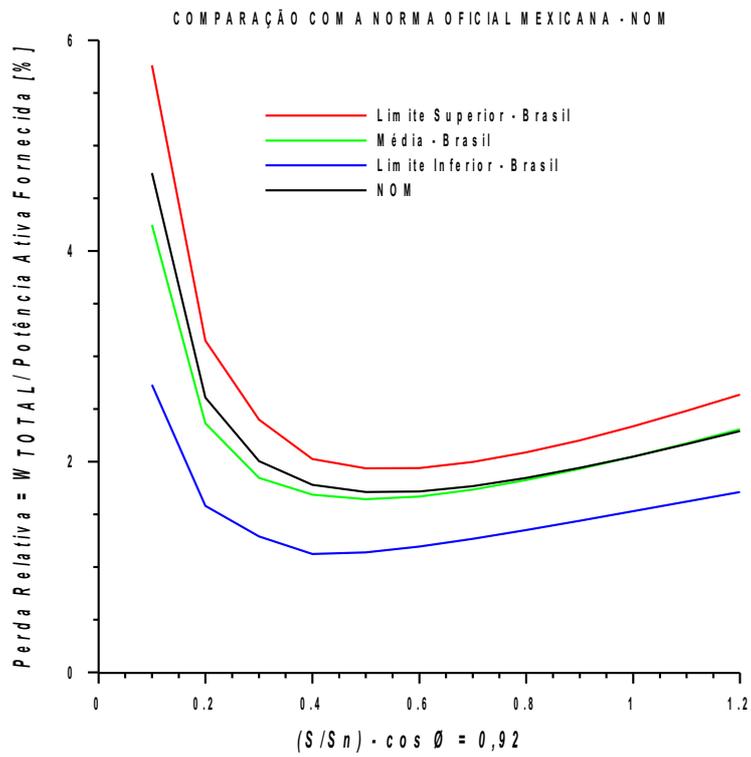


Figura - Comparação entre a NOM e o padrão Brasil para 75 kVA.

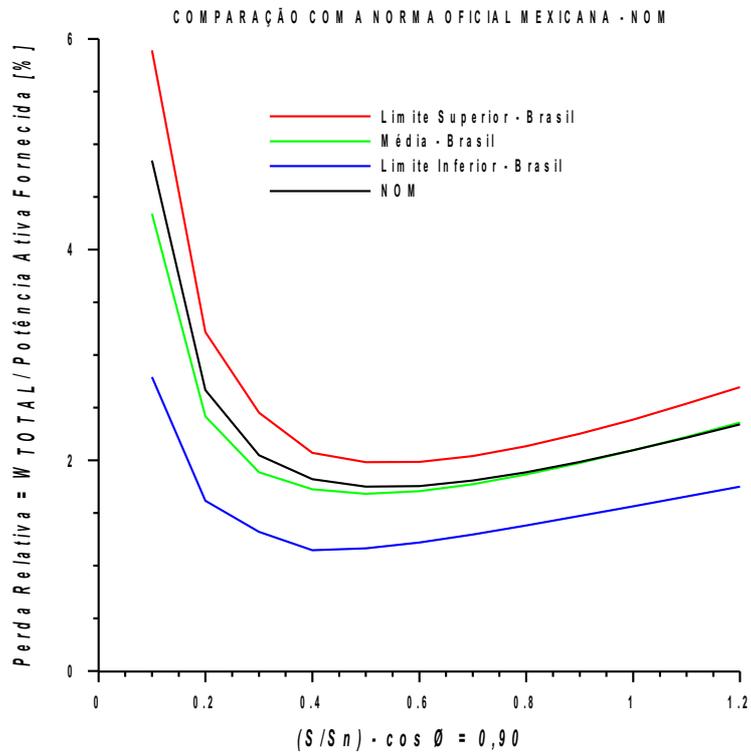


Figura - Comparação entre a NOM e o padrão Brasil para 75 kVA.

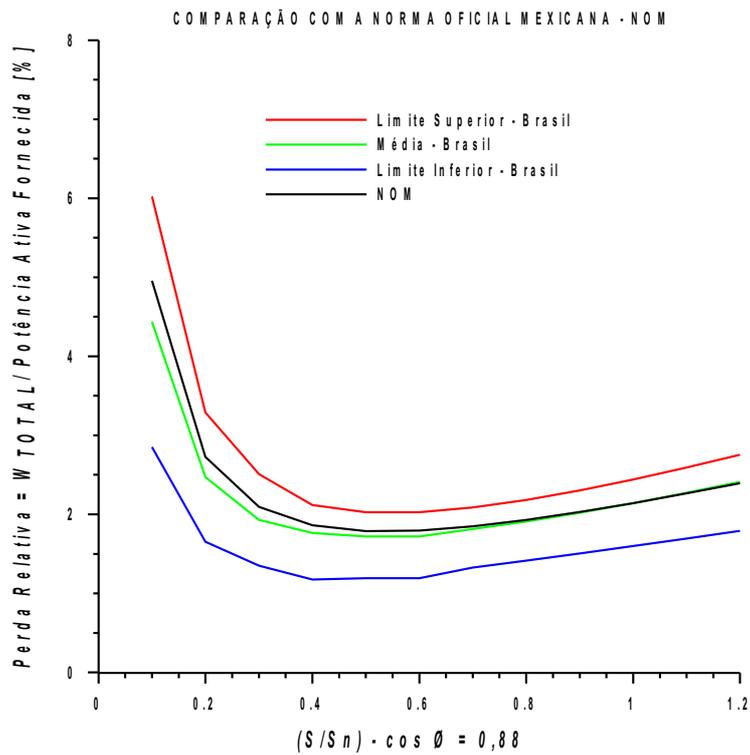


Figura - Comparação entre a NOM e o padrão Brasil para 75 kVA.

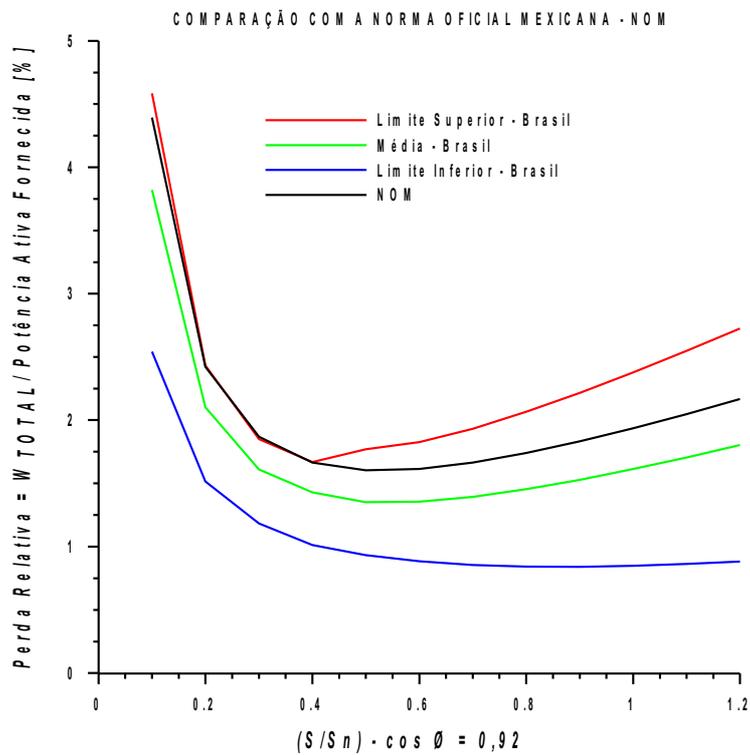


Figura - Comparação entre a NOM e o padrão Brasil para 112,5 kVA.

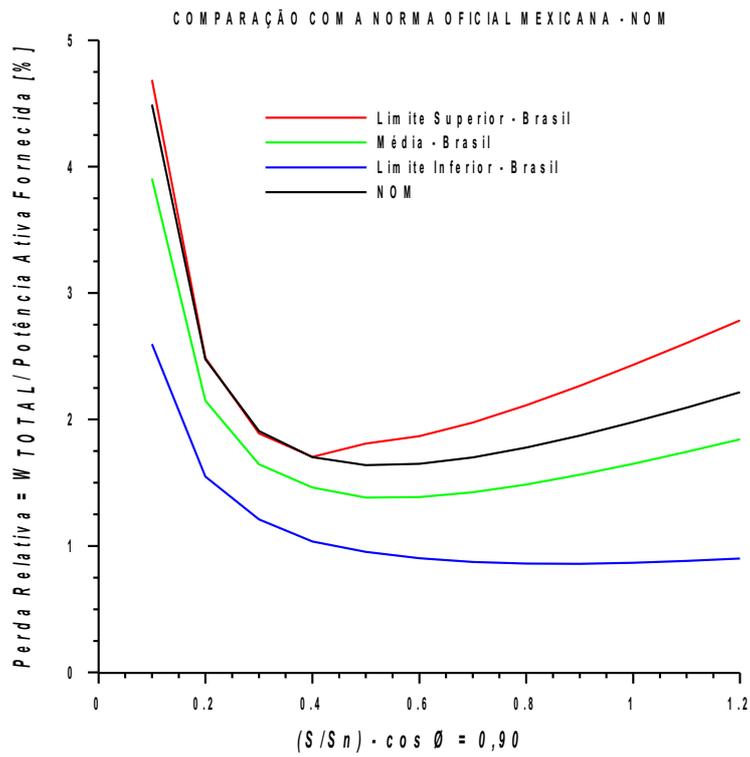


Figura - Comparação entre a NOM e o padrão Brasil para 112,5 kVA.

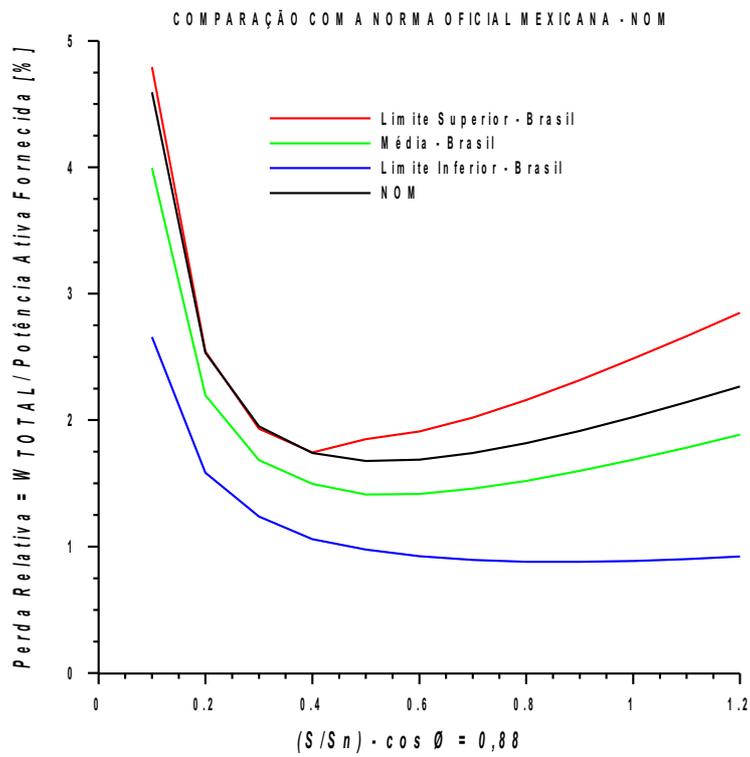


Figura - Comparação entre a NOM e o padrão Brasil para 112,5 kVA.

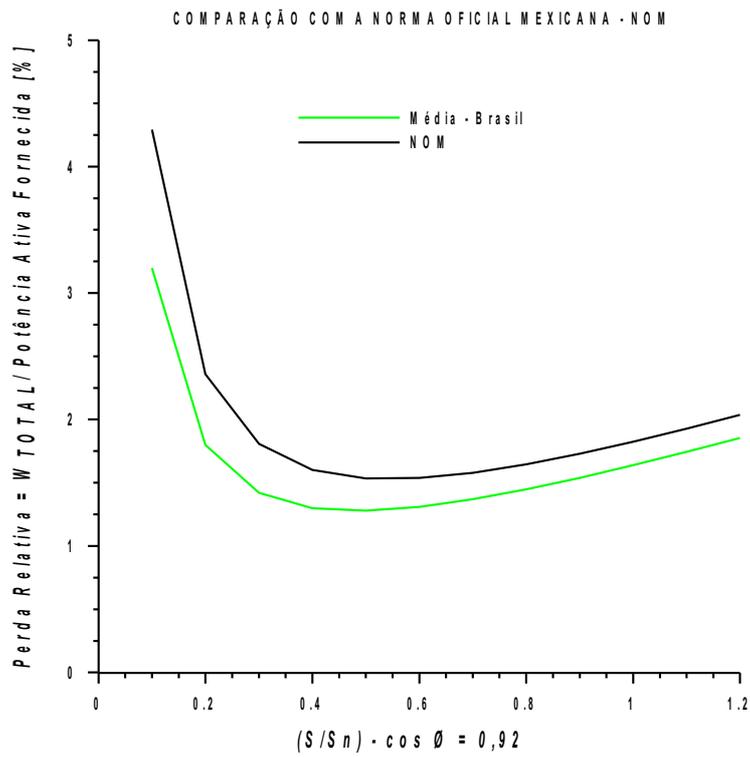


Figura - Comparação entre a NOM e o padrão Brasil para 150 kVA.

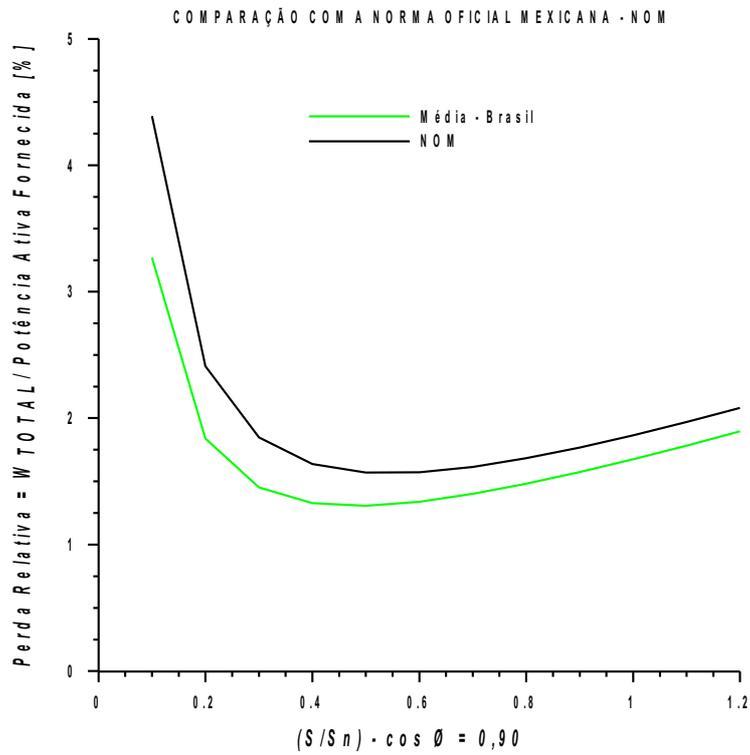


Figura - Comparação entre a NOM e o padrão Brasil para 150 kVA.

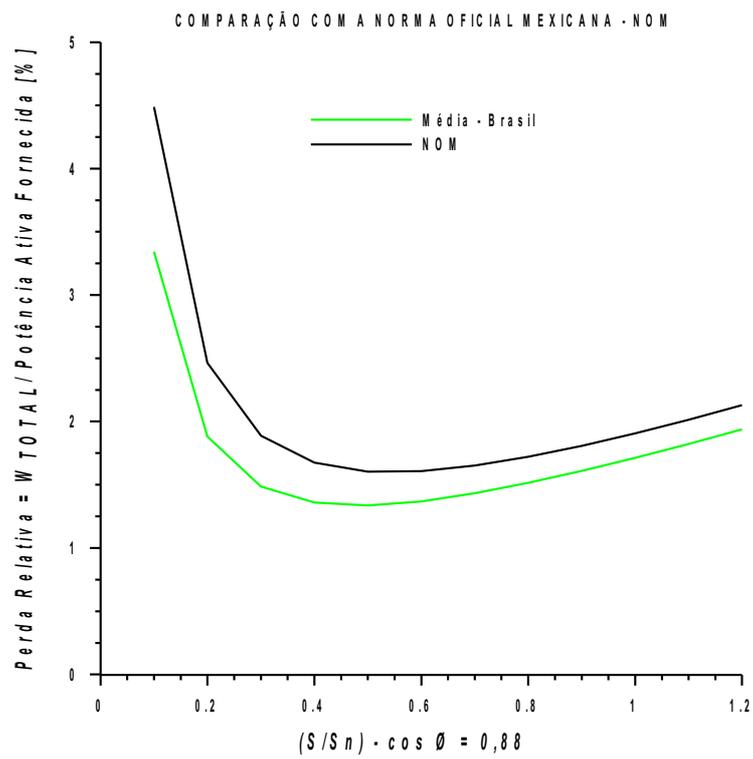


Figura - Comparação entre a NOM e o padrão Brasil para 150 kVA.

Comparação de eficiência entre transformadores nacionais e a Norma Oficial Mexicana - NOM

Estado: novo

Tipo de alimentação: Trifásico

Classe de isolamento: 25KV

Potências: 30kVA, 45kVA e 75kVA

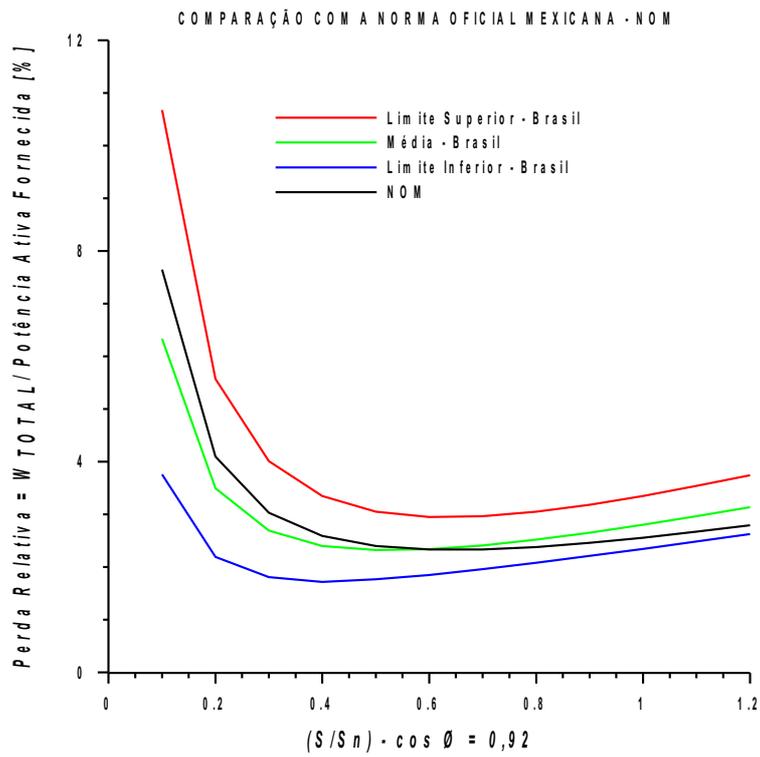


Figura - Comparação entre a NOM e o padrão Brasil para 30 kVA.

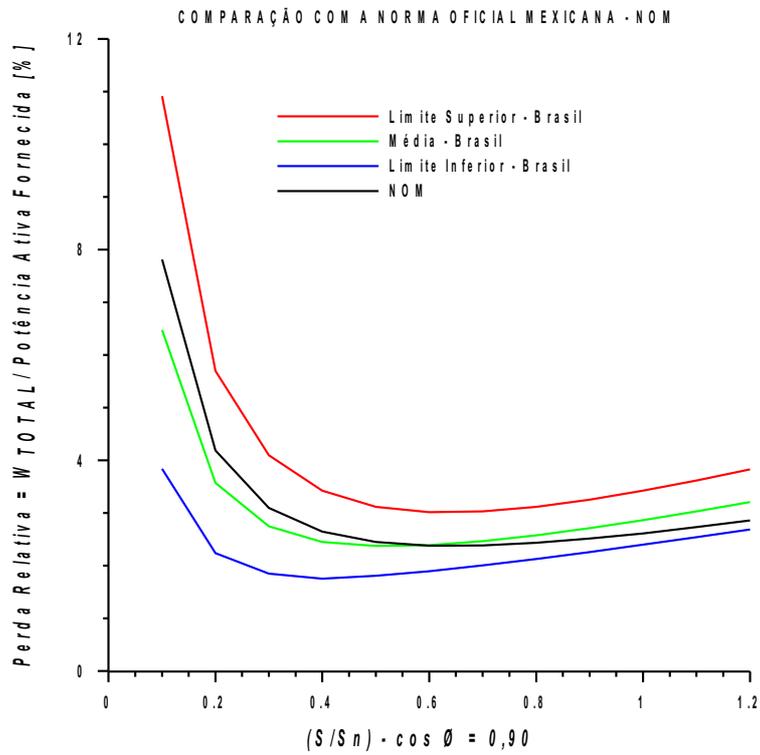


Figura - Comparação entre a NOM e o padrão Brasil para 30 kVA.

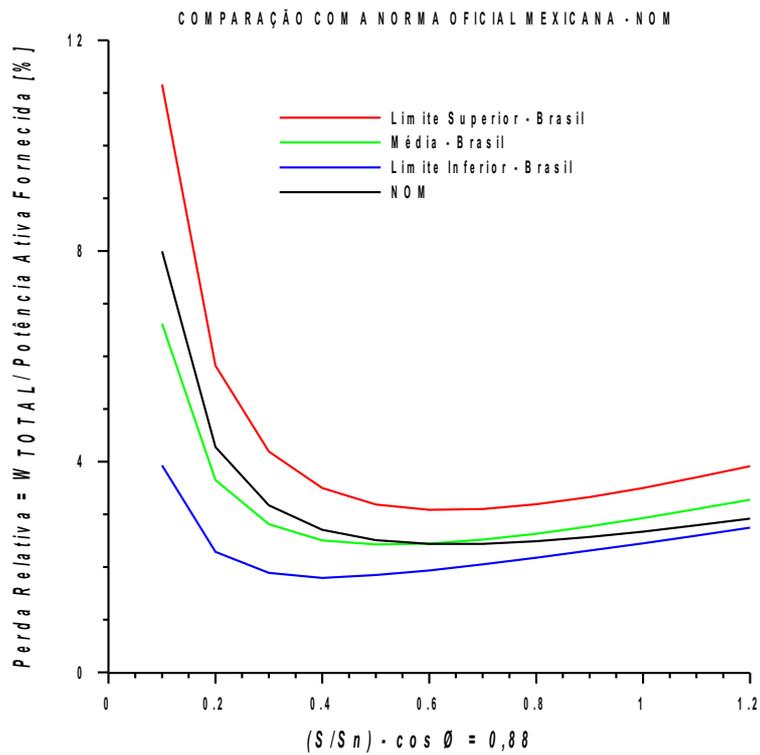


Figura - Comparação entre a NOM e o padrão Brasil para 30 kVA.

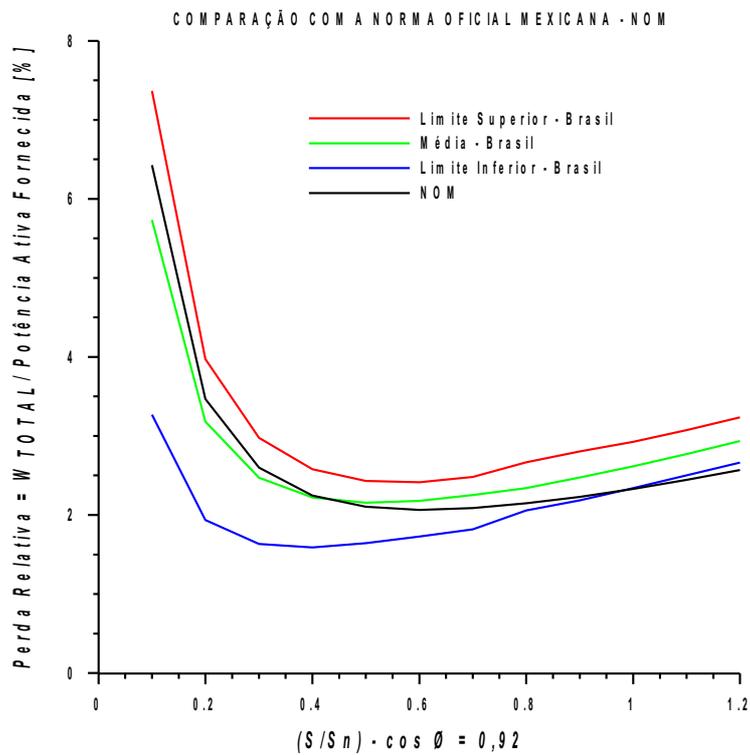


Figura - Comparação entre a NOM e o padrão Brasil para 45 kVA.

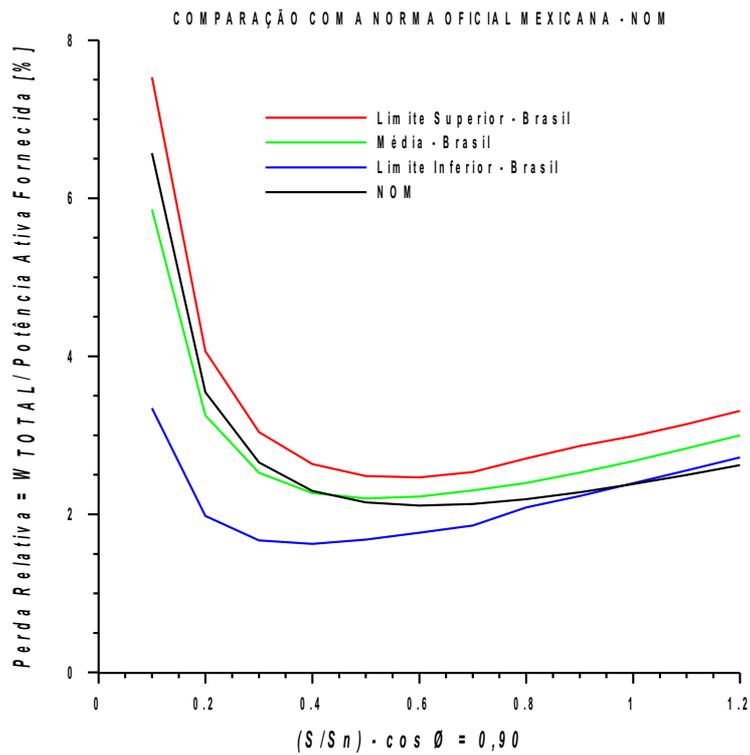


Figura - Comparação entre a NOM e o padrão Brasil para 45 kVA.

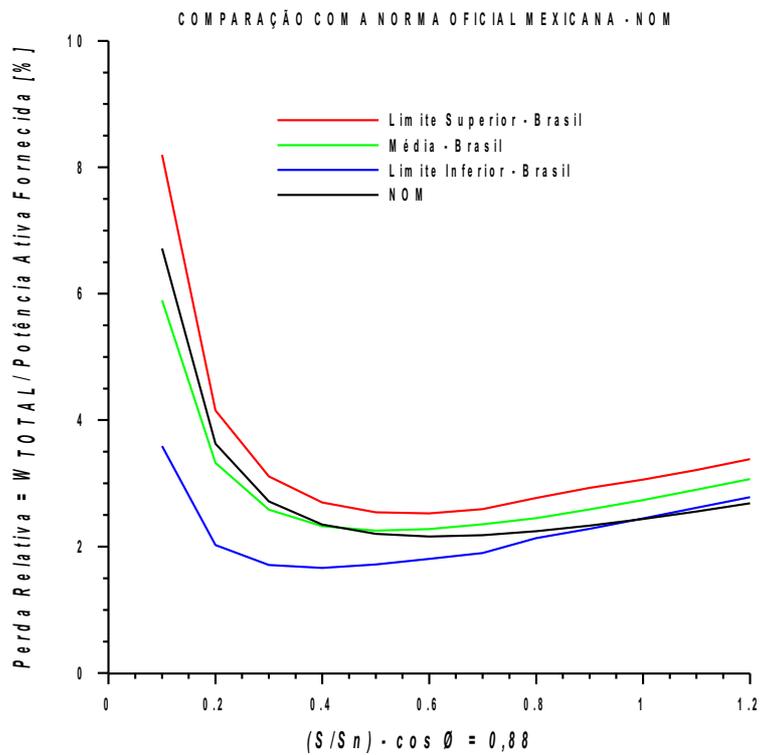


Figura - Comparação entre a NOM e o padrão Brasil para 45 kVA.

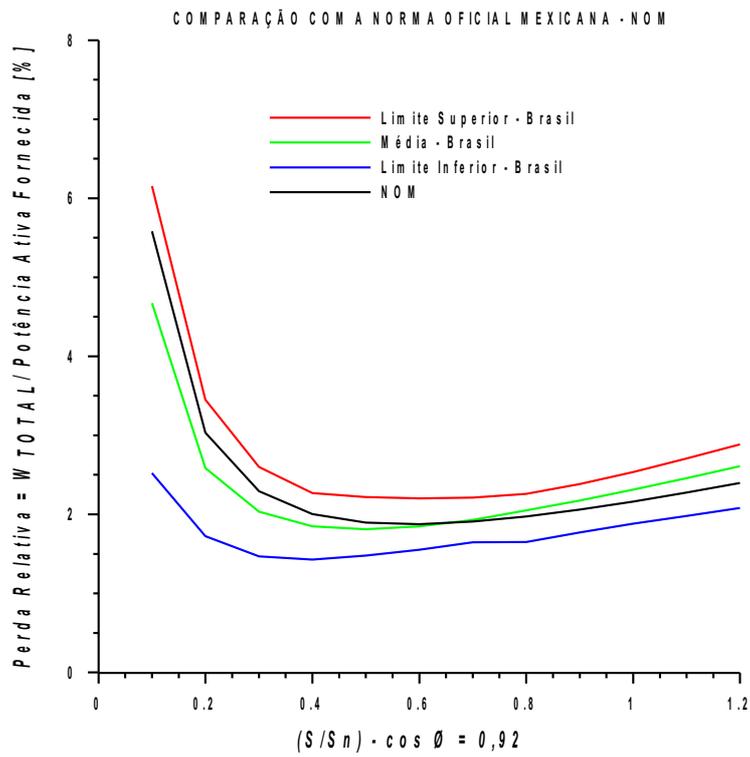


Figura - Comparação entre a NOM e o padrão Brasil para 75 kVA.

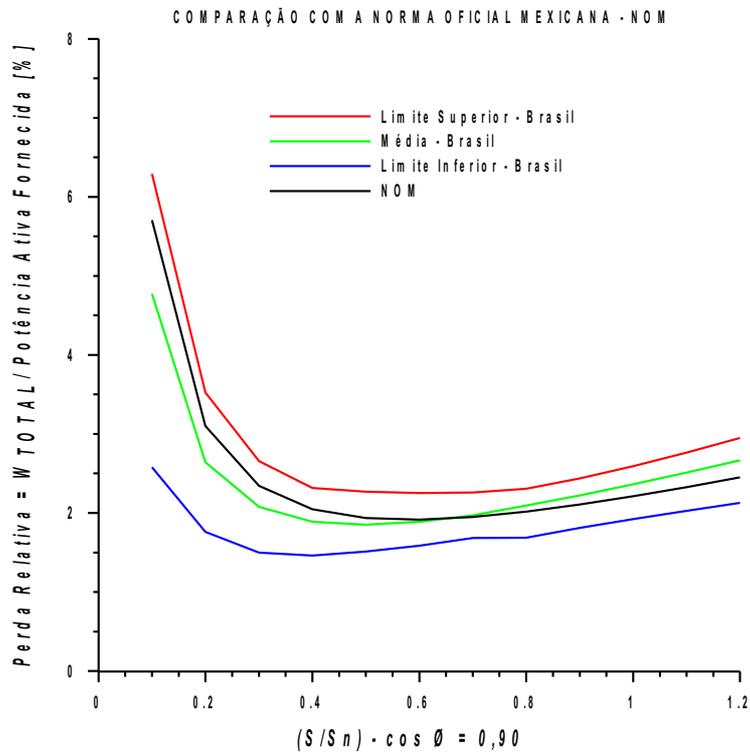
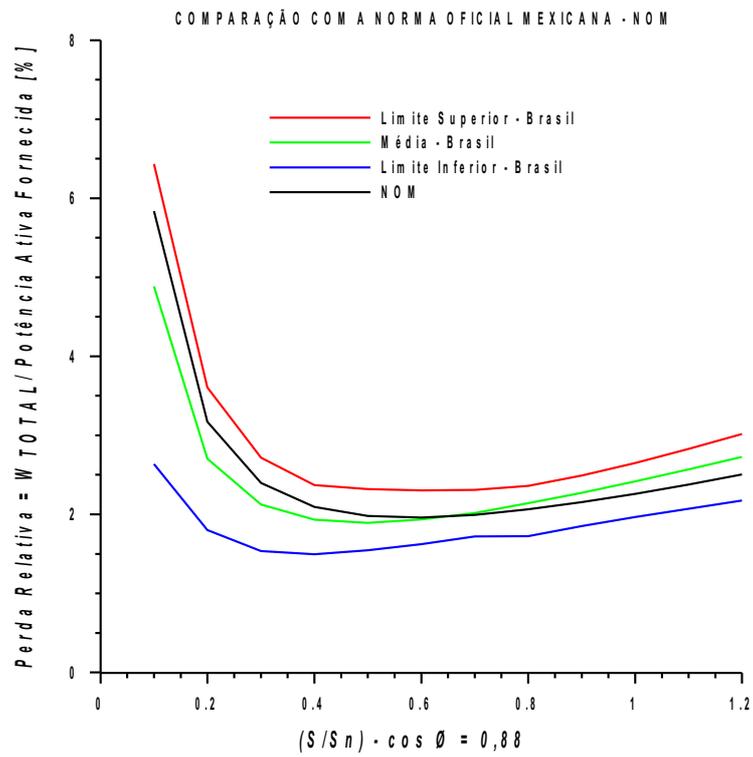


Figura - Comparação entre a NOM e o padrão Brasil para 75 kVA.



-
Figura - Comparação entre a NOM e o padrão Brasil para 75 kVA.

ANEXO E - Gráficos referentes às comparações entre o padrão Brasil e os padrões Europa, China e México para transformadores de distribuição trifásicos, reformados.

Comparação de eficiência entre transformadores nacionais e a ABNT

Estado: Reformado

Tipo de alimentação: Trifásico

Classe de isolamento: 15KV

Potências: 30kVA, 45kVA, 75kVA, 112,5kVA, 150kVA e 225kVA

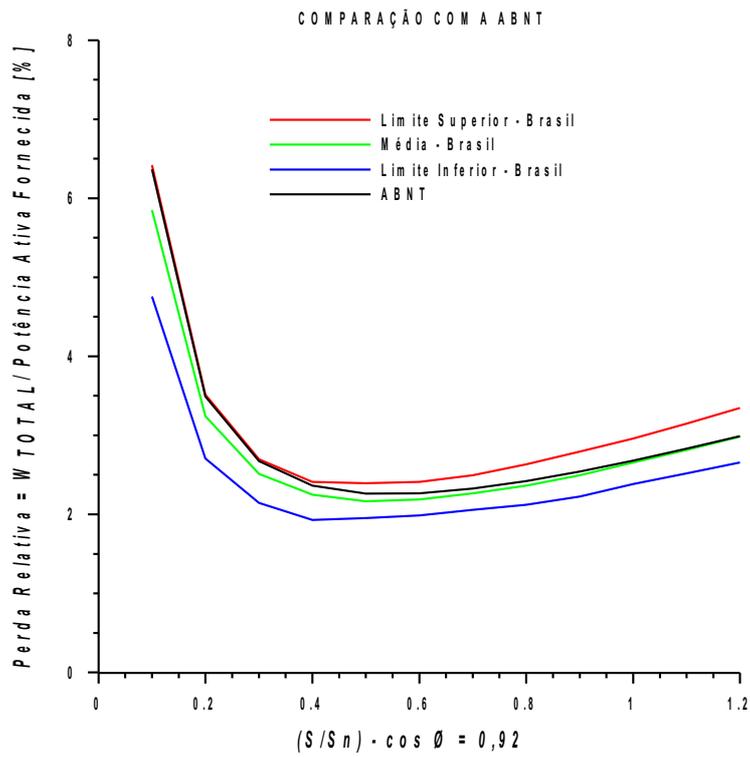


Figura - Comparação das perdas entre o padrão Brasil e a ABNT para 30 kVA.

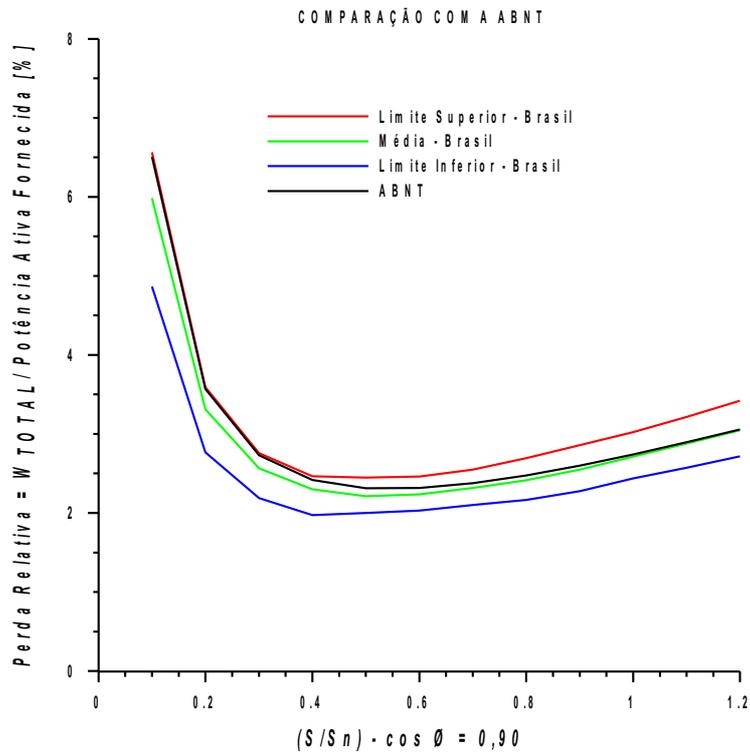


Figura - Comparação das perdas entre o padrão Brasil e a ABNT para 30 kVA.

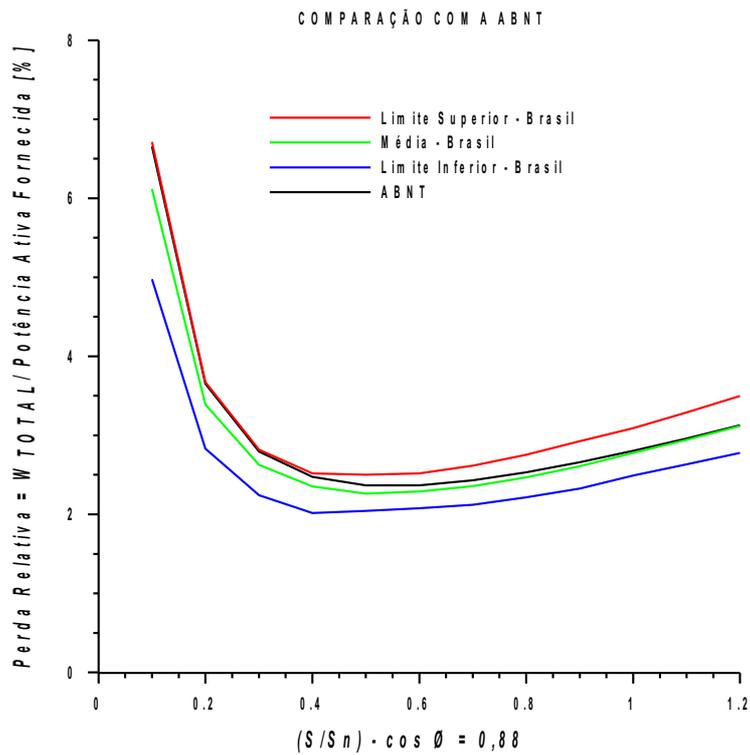


Figura - Comparação das perdas entre o padrão Brasil e a ABNT para 30 kVA.

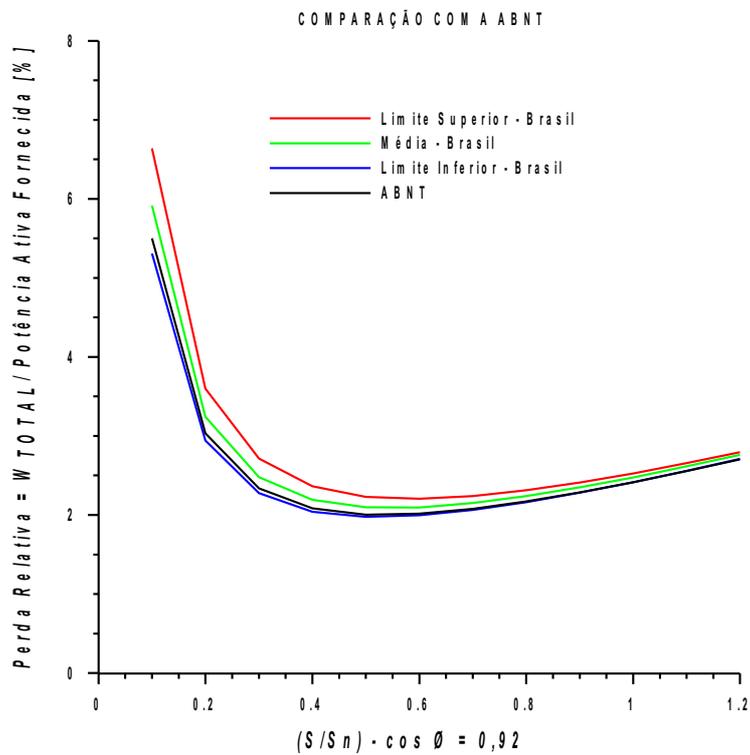


Figura - Comparação das perdas entre o padrão Brasil e a ABNT para 45 kVA.

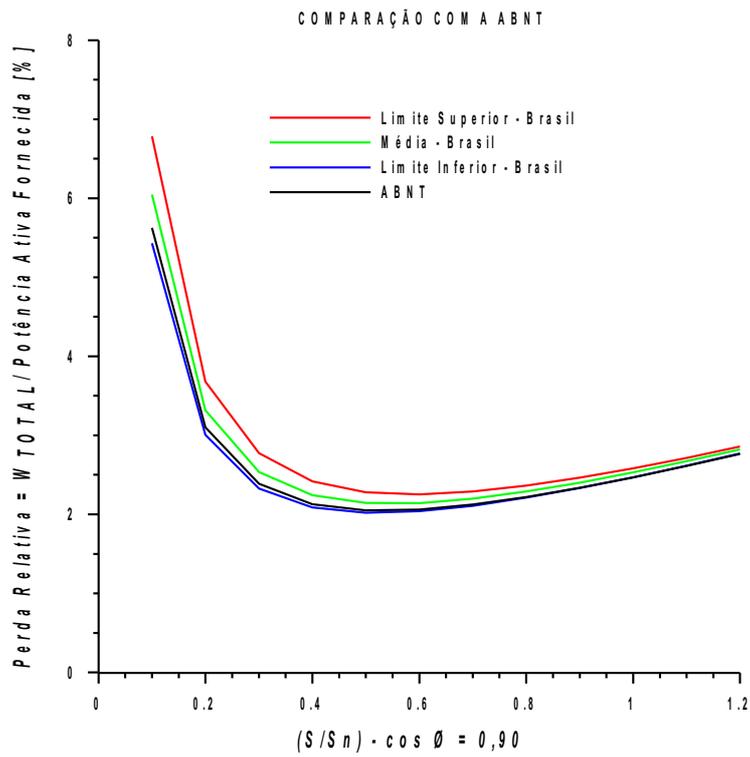


Figura - Comparação das perdas entre o padrão Brasil e a ABNT para 45 kVA.

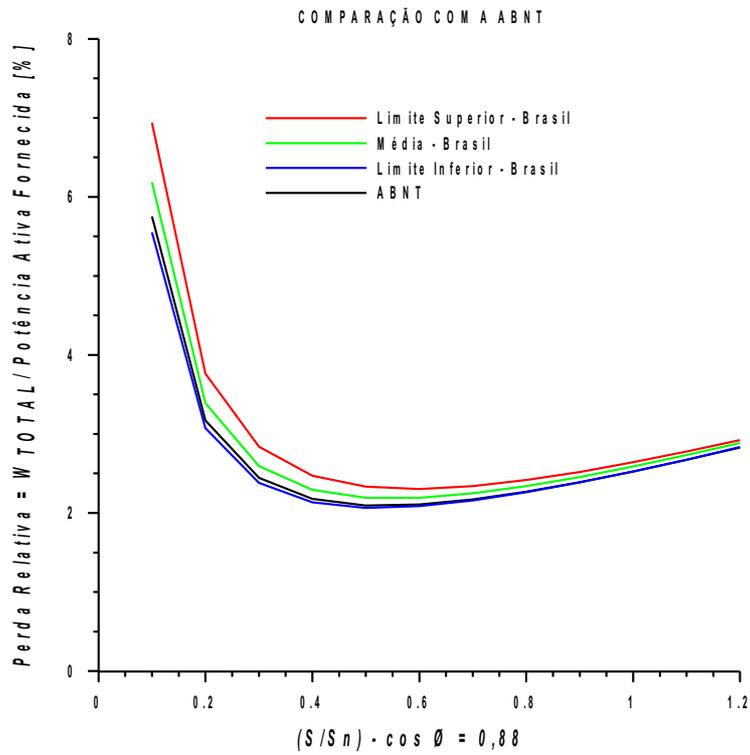


Figura - Comparação das perdas entre o padrão Brasil e a ABNT para 45 kVA.

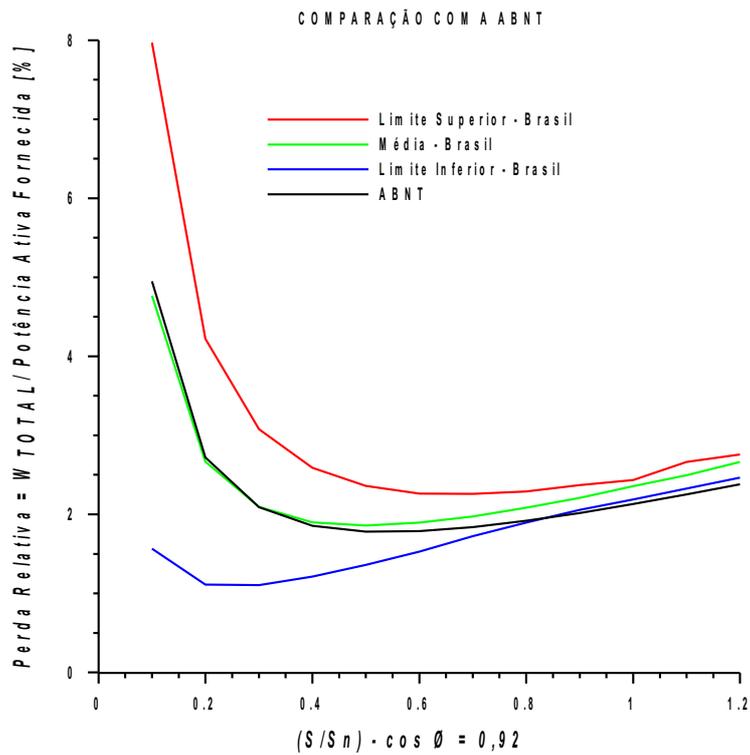


Figura - Comparação das perdas entre o padrão Brasil e a ABNT para 75 kVA.

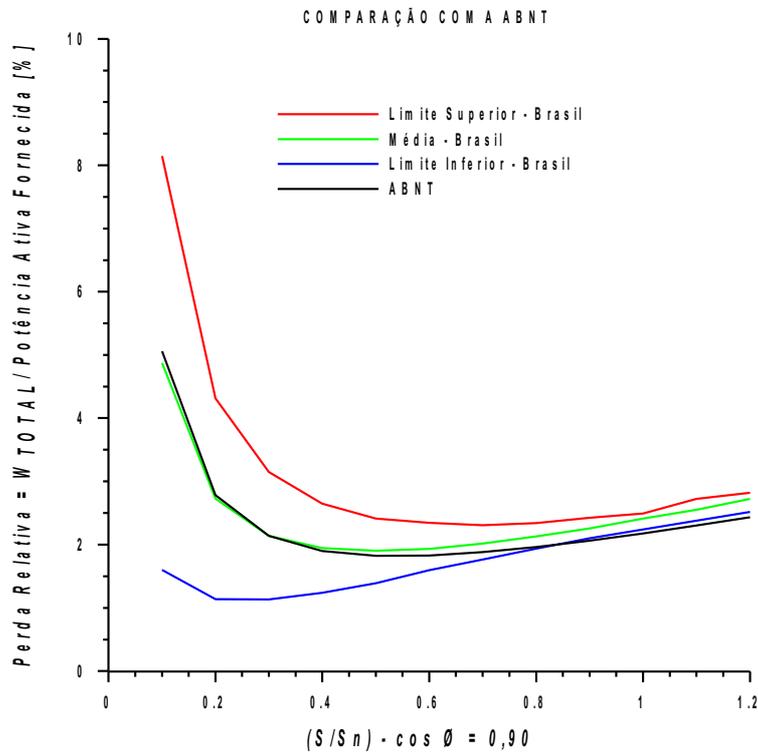


Figura - Comparação das perdas entre o padrão Brasil e a ABNT para 75 kVA.

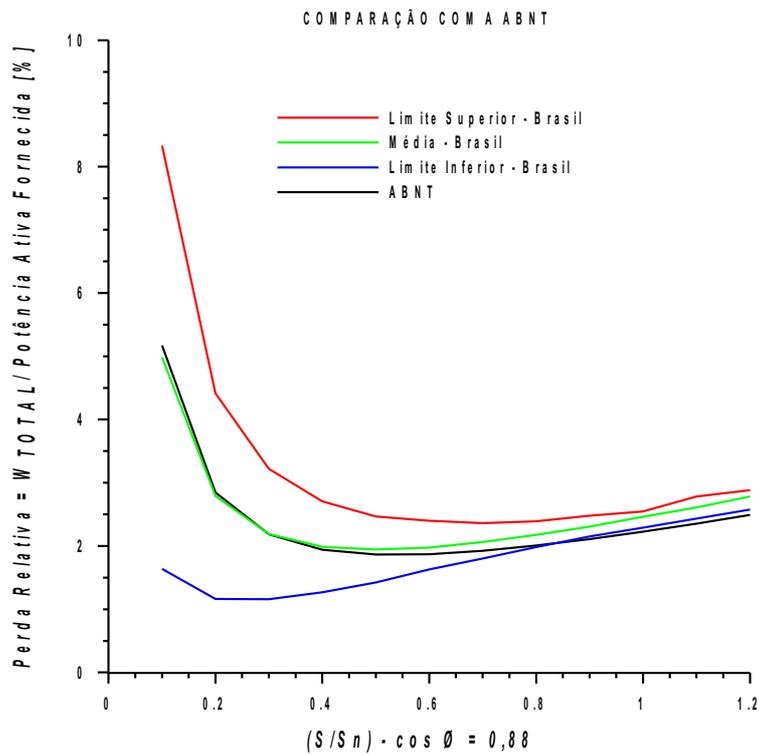


Figura - Comparação das perdas entre o padrão Brasil e a ABNT para 75 kVA.

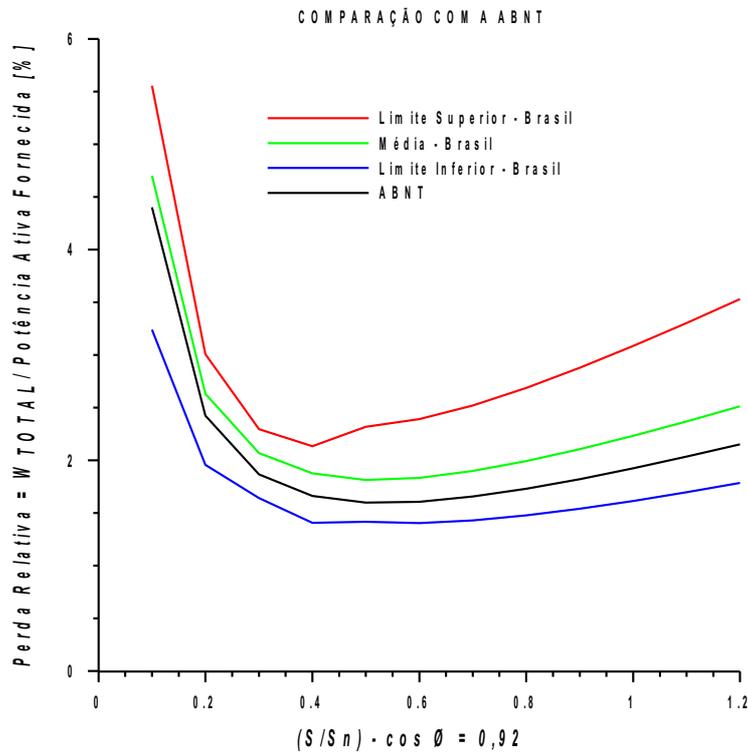


Figura - Comparação das perdas entre o padrão Brasil e a ABNT para 112,5 kVA.

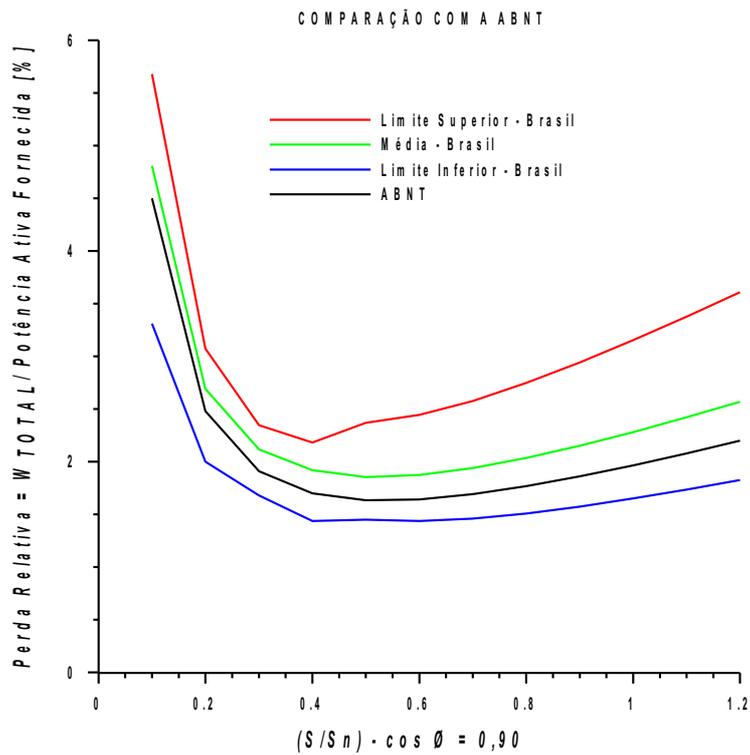


Figura - Comparação das perdas entre o padrão Brasil e a ABNT para 112,5 kVA.

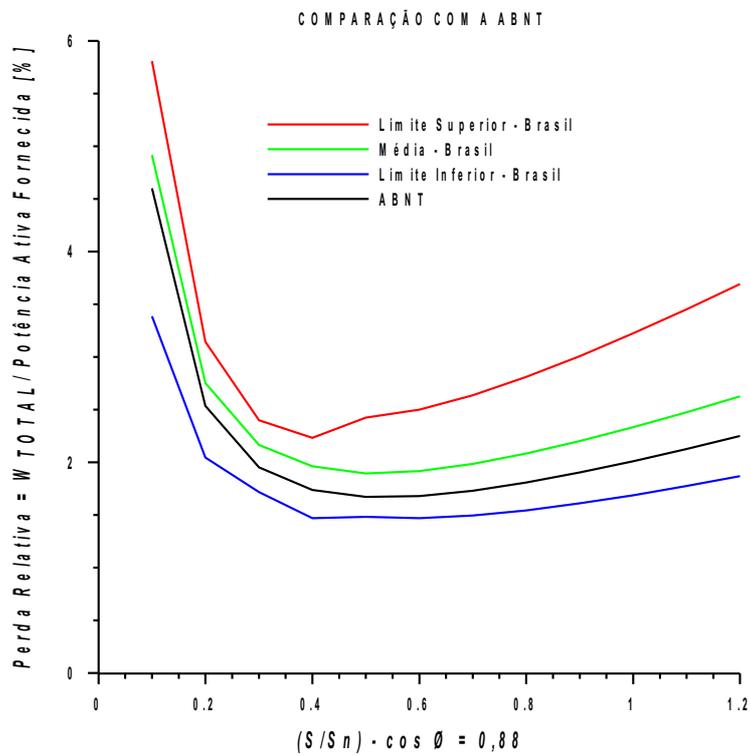


Figura - Comparação das perdas entre o padrão Brasil e a ABNT para 112,5 kVA.

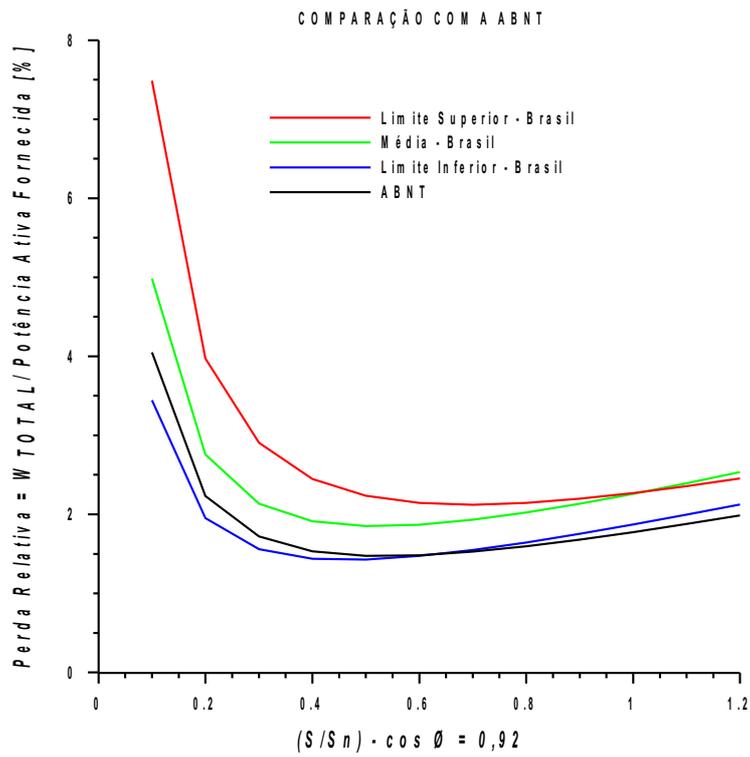


Figura - Comparação das perdas entre o padrão Brasil e a ABNT para 150 kVA.

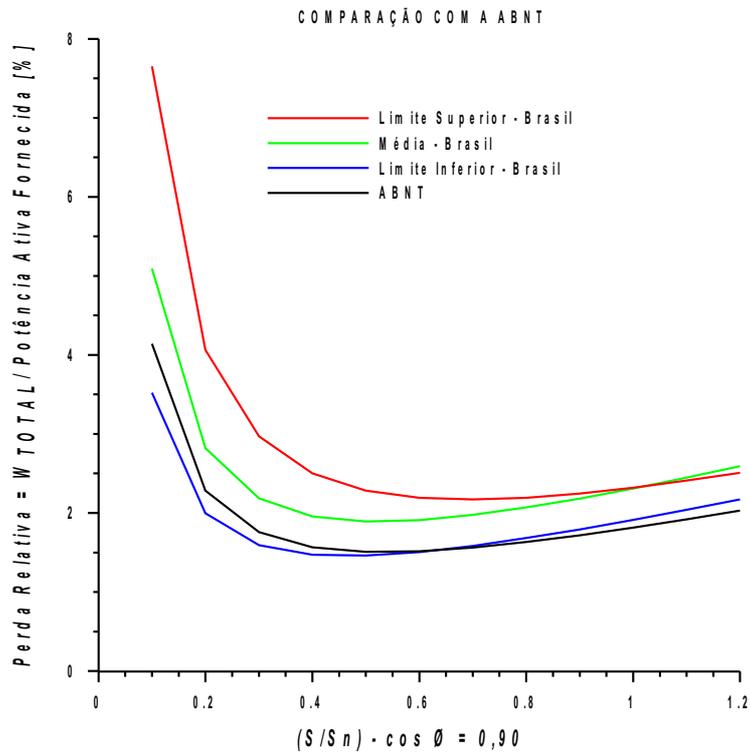


Figura - Comparação das perdas entre o padrão Brasil e a ABNT para 150 kVA.

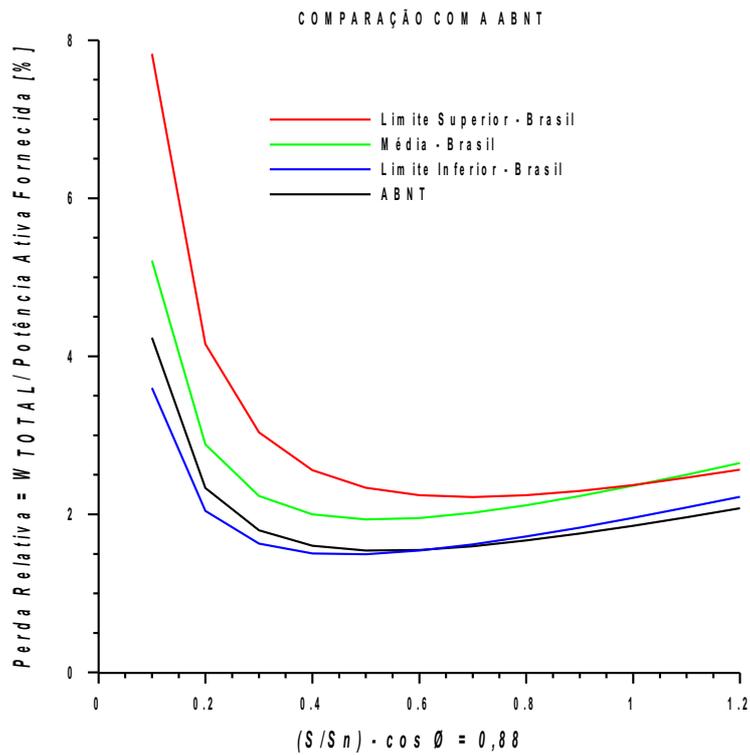


Figura - Comparação das perdas entre o padrão Brasil e a ABNT para 150 kVA.

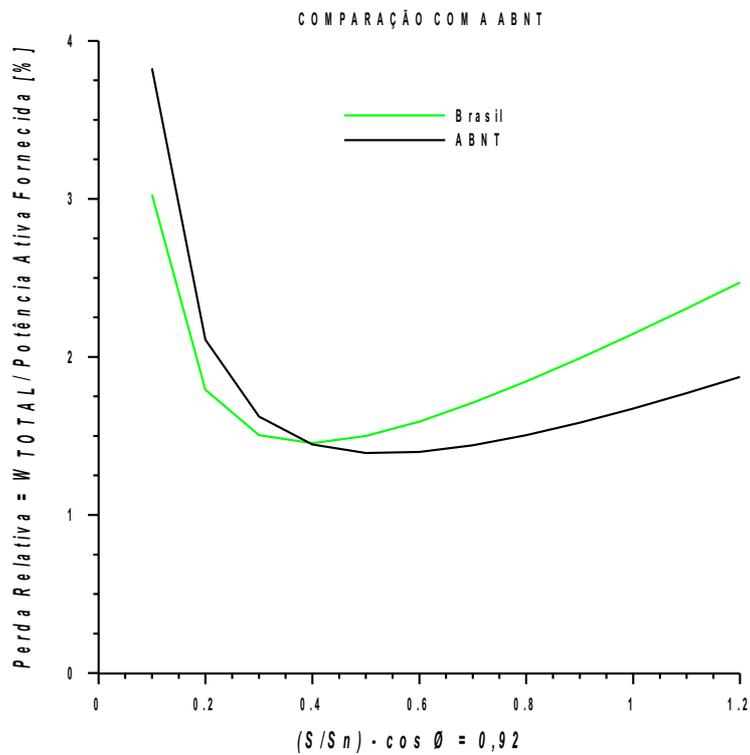


Figura - Comparação das perdas entre o padrão Brasil e a ABNT para 225 kVA.

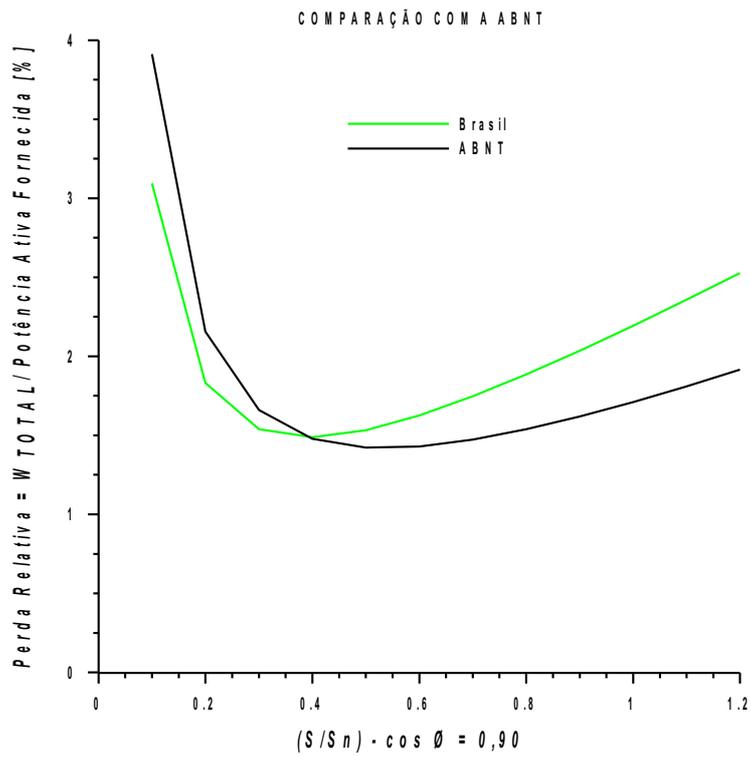


Figura - Comparação das perdas entre o padrão Brasil e a ABNT para 225 kVA.

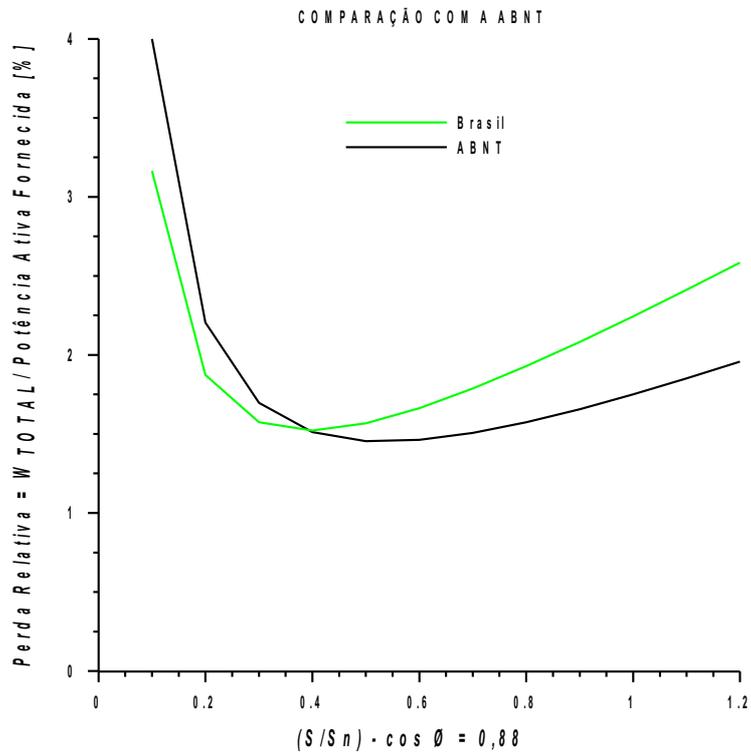
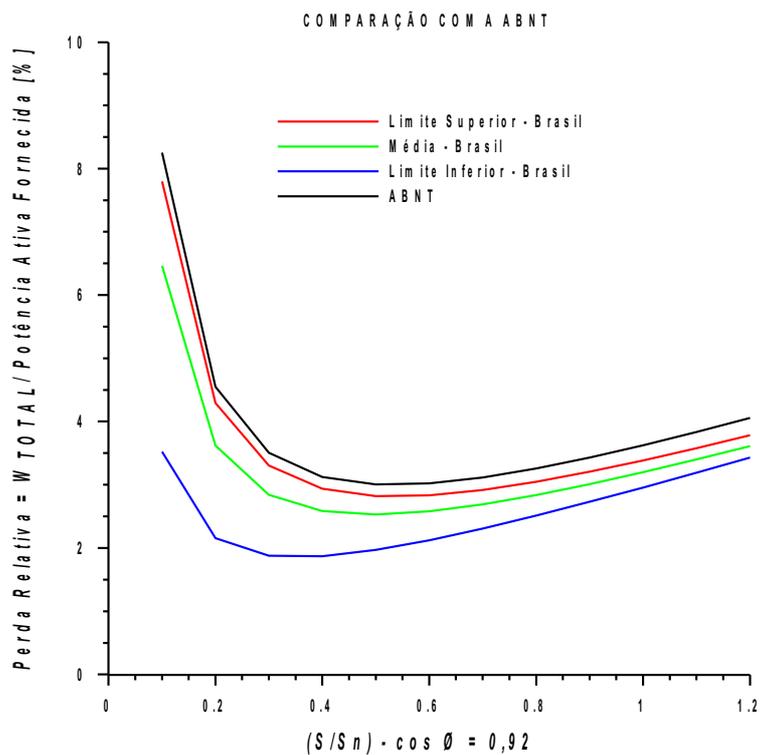


Figura - Comparação das perdas entre o padrão Brasil e a ABNT para 225 kVA.

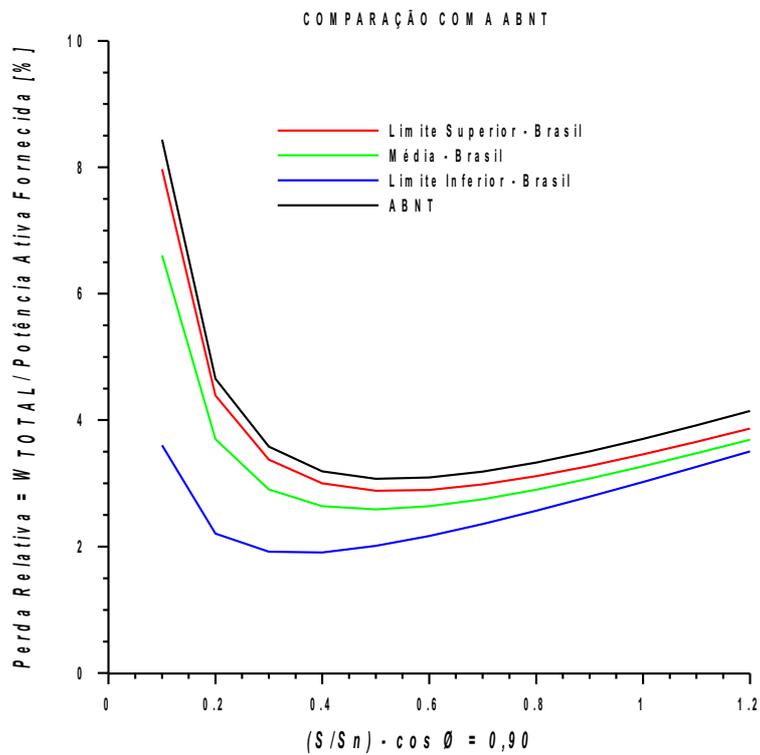
Comparação de eficiência entre transformadores nacionais e a ABNT

Estado: Reformado
Tipo de alimentação: Trifásico
Classe de isolamento: 25KV
Potências: 15kVA, 30kVA, 45kVA, 75kVA



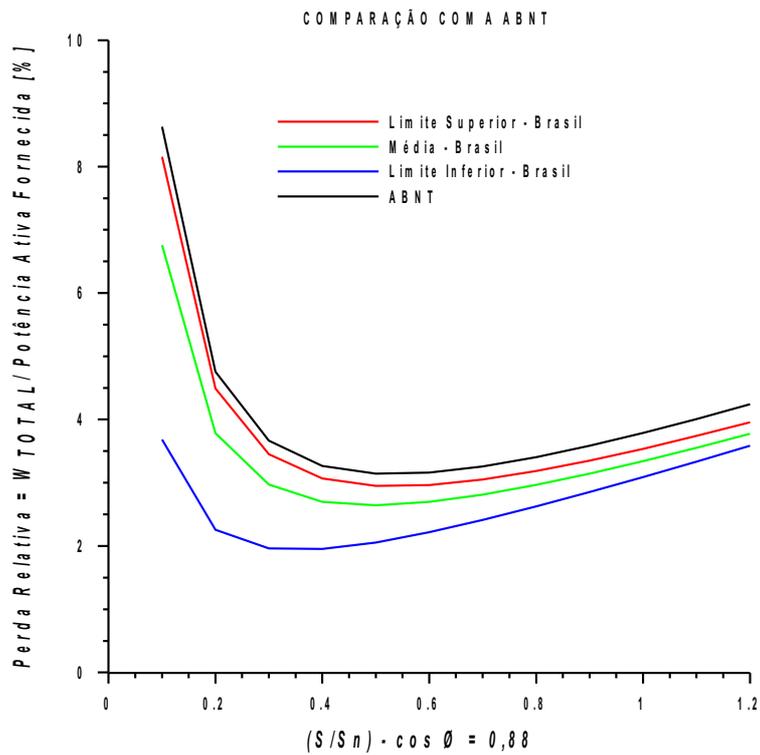
Figura

Figura - Comparação das perdas entre o padrão Brasil e a ABNT para 15 kVA.



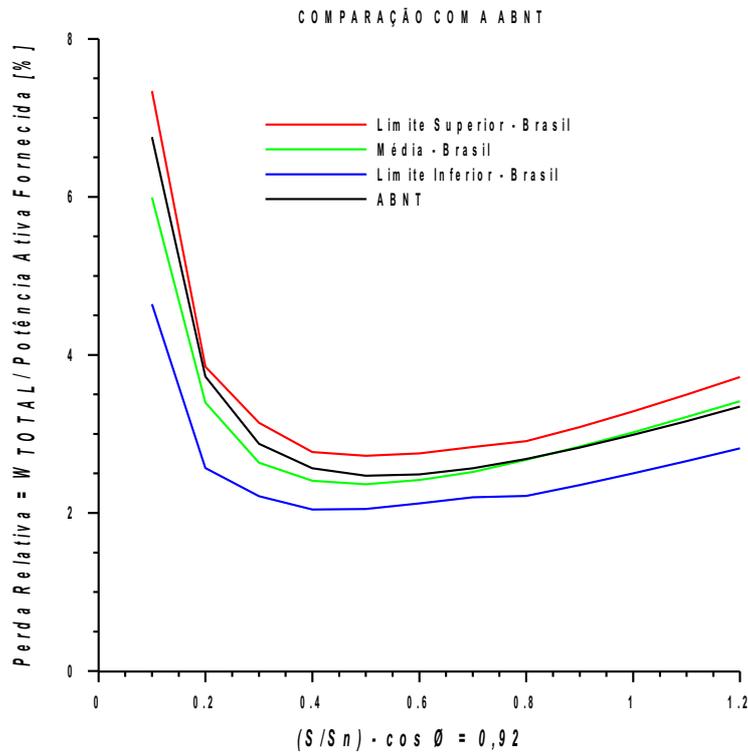
Figura

Figura - Comparação das perdas entre o padrão Brasil e a ABNT para 15 kVA.



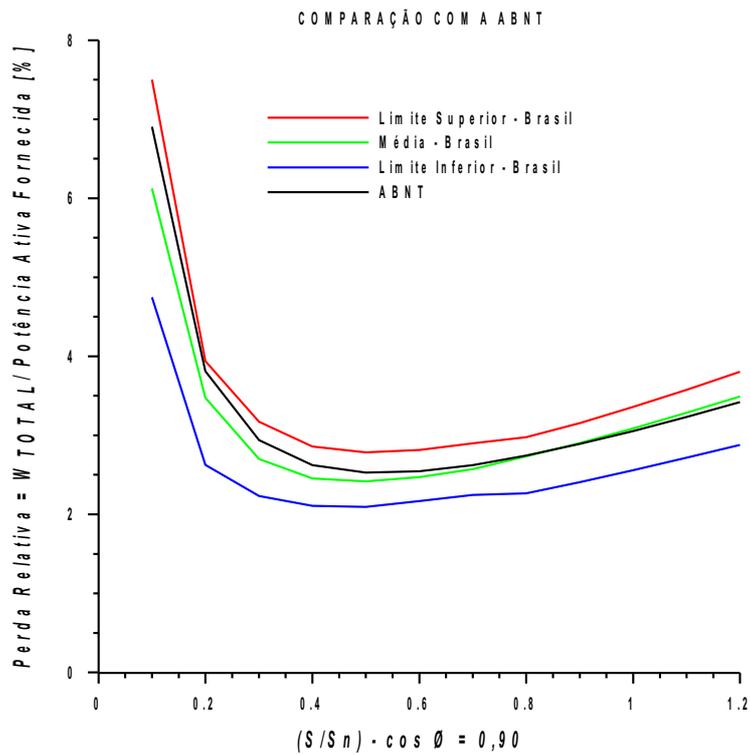
Figura

Figura - Comparação das perdas entre o padrão Brasil e a ABNT para 15 kVA.



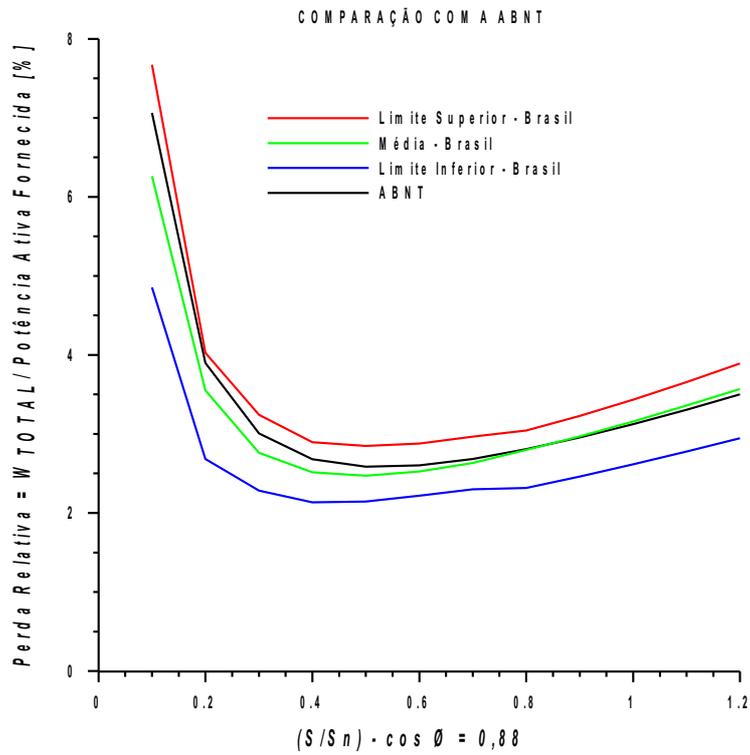
Figura

Figura - Comparação das perdas entre o padrão Brasil e a ABNT para 30 kVA.



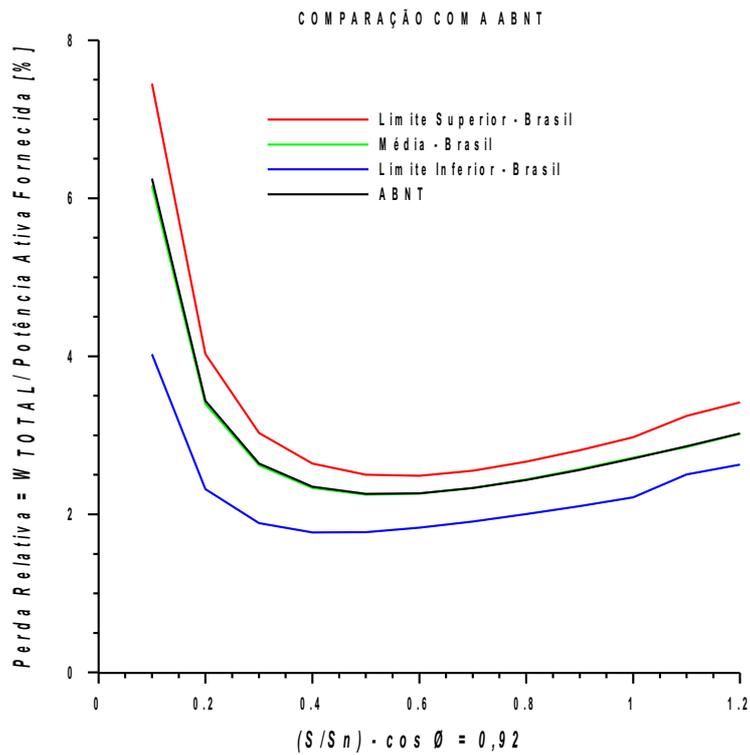
Figura

Figura - Comparação das perdas entre o padrão Brasil e a ABNT para 30 kVA.



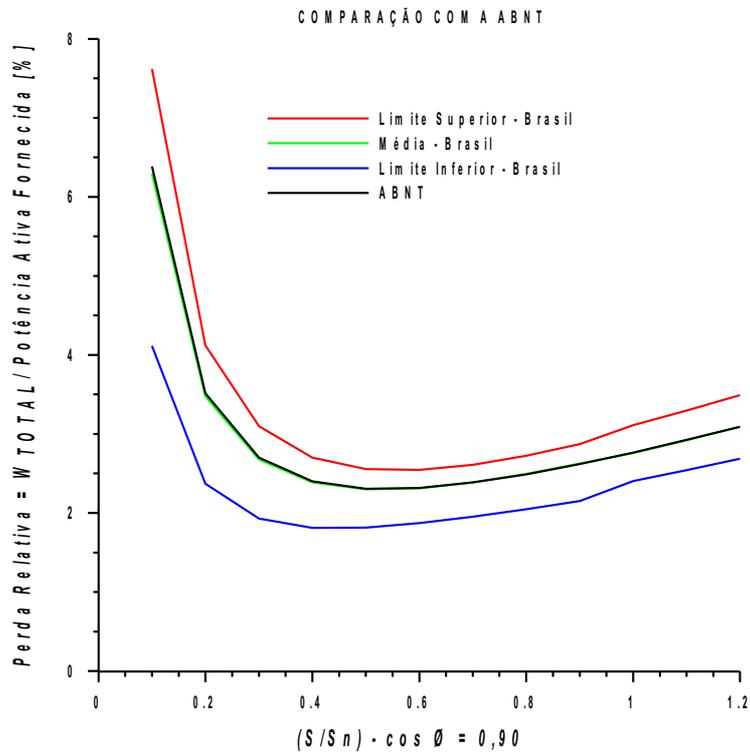
Figura

Figura - Comparação das perdas entre o padrão Brasil e a ABNT para 30 kVA.



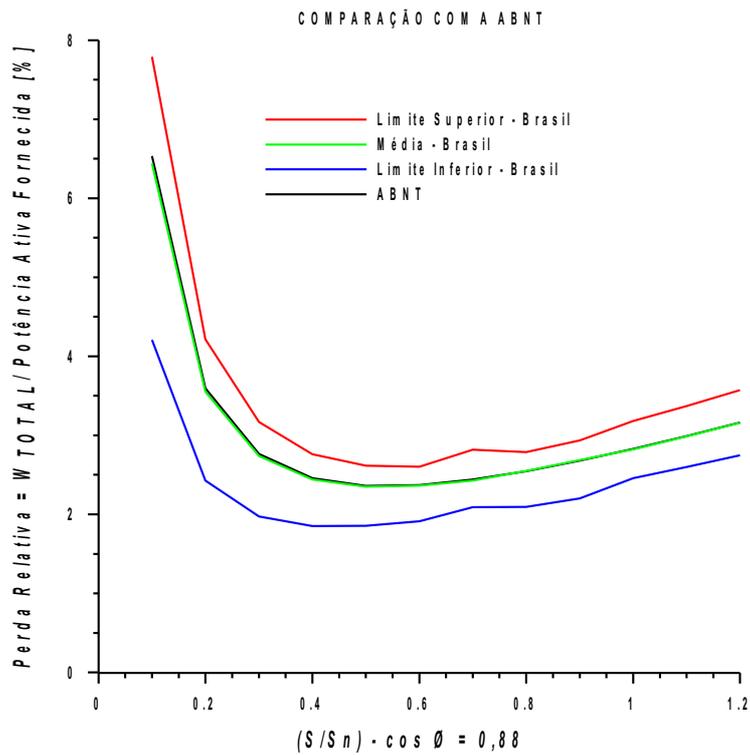
Figura

Figura - Comparação das perdas entre o padrão Brasil e a ABNT para 45 kVA.



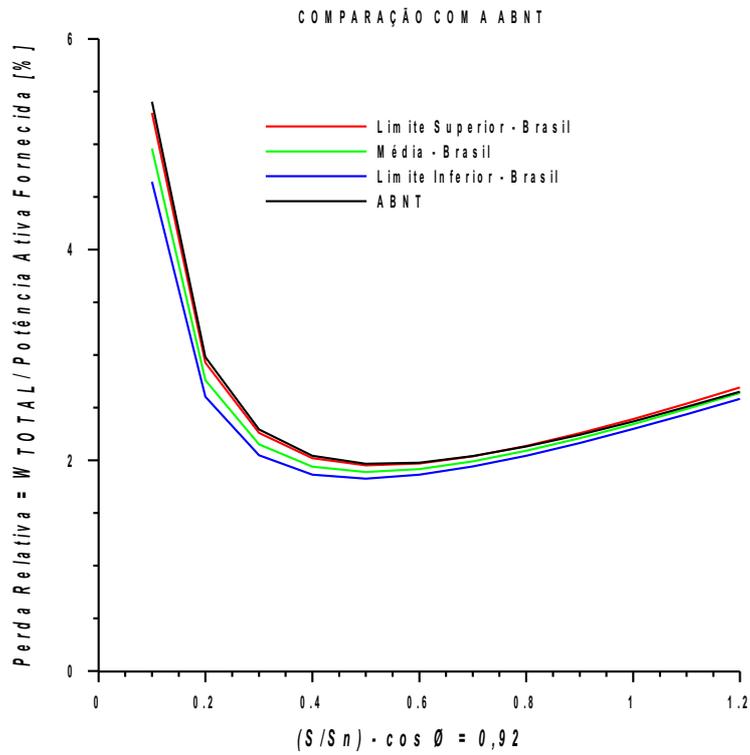
Figura

Figura - Comparação das perdas entre o padrão Brasil e a ABNT para 45 kVA.



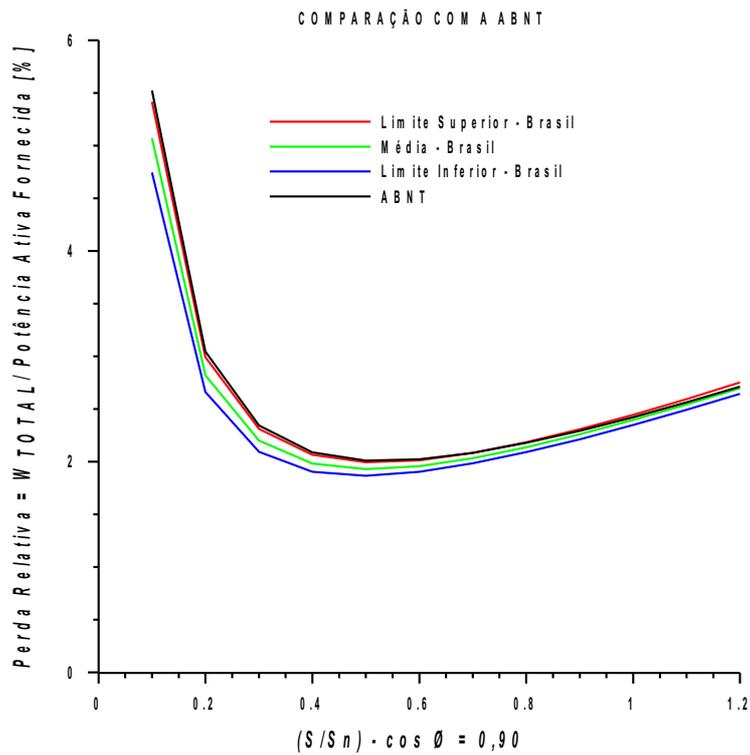
Figura

Figura - Comparação das perdas entre o padrão Brasil e a ABNT para 45 kVA.



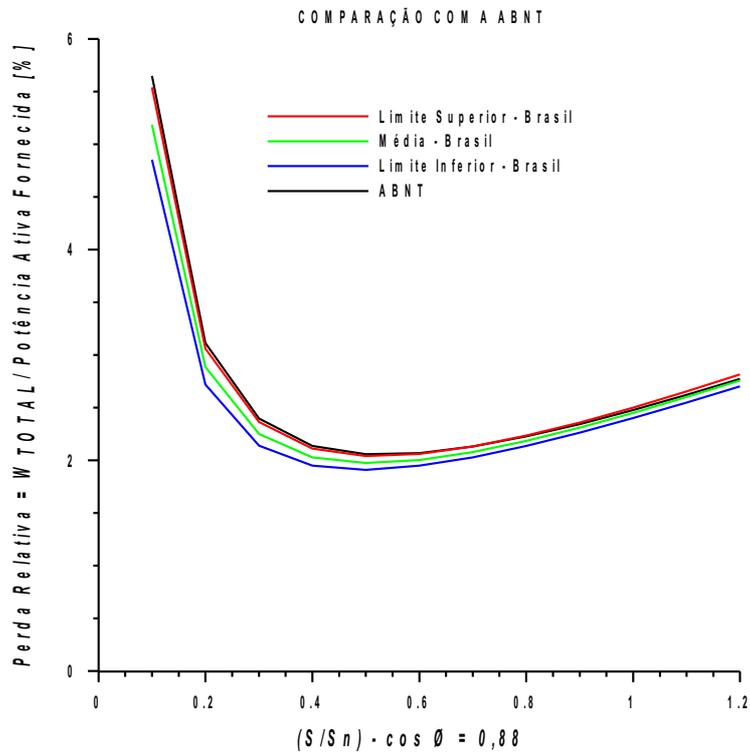
Figura

Figura - Comparação das perdas entre o padrão Brasil e a ABNT para 75 kVA.



Figura

Figura - Comparação das perdas entre o padrão Brasil e a ABNT para 75 kVA.

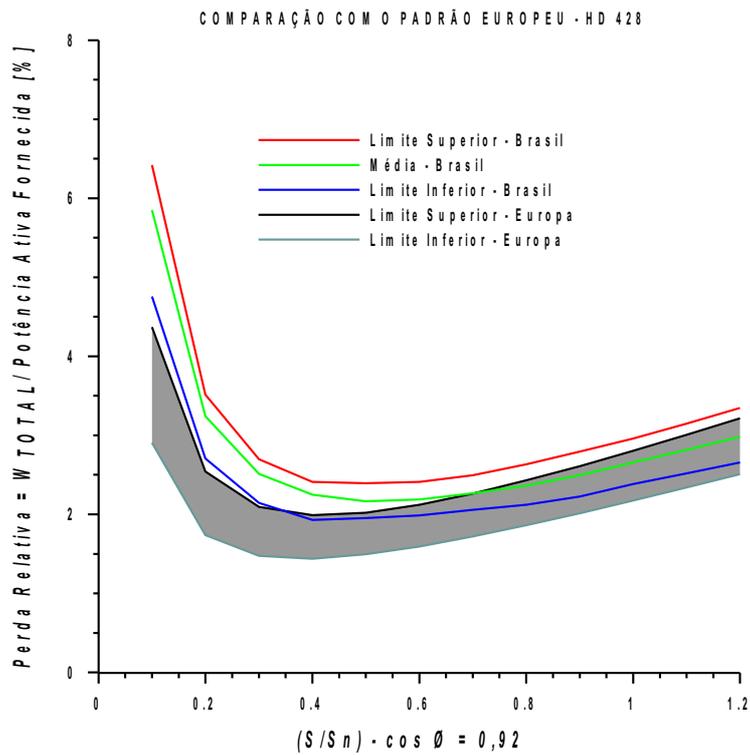


Figura

Figura - Comparação das perdas entre o padrão Brasil e a ABNT para 75 kVA.

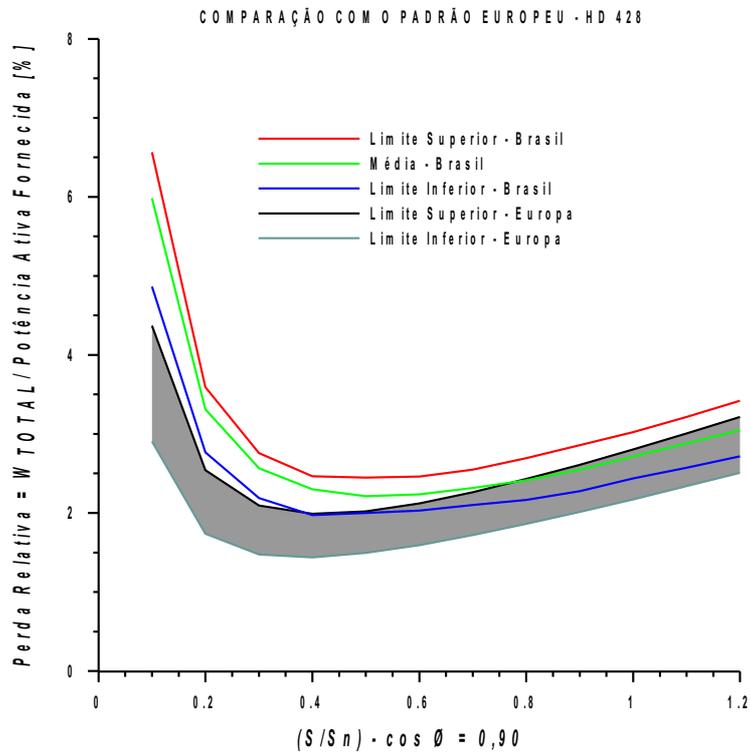
Comparação de eficiência entre transformadores nacionais e o padrão europeu – HD 428

Estado: reformado
Tipo de alimentação: Trifásica
Classe de isolamento: 15KV
Potências: 30kVA, 45kVA, 75kVA e 112,5kVA e 150kVA



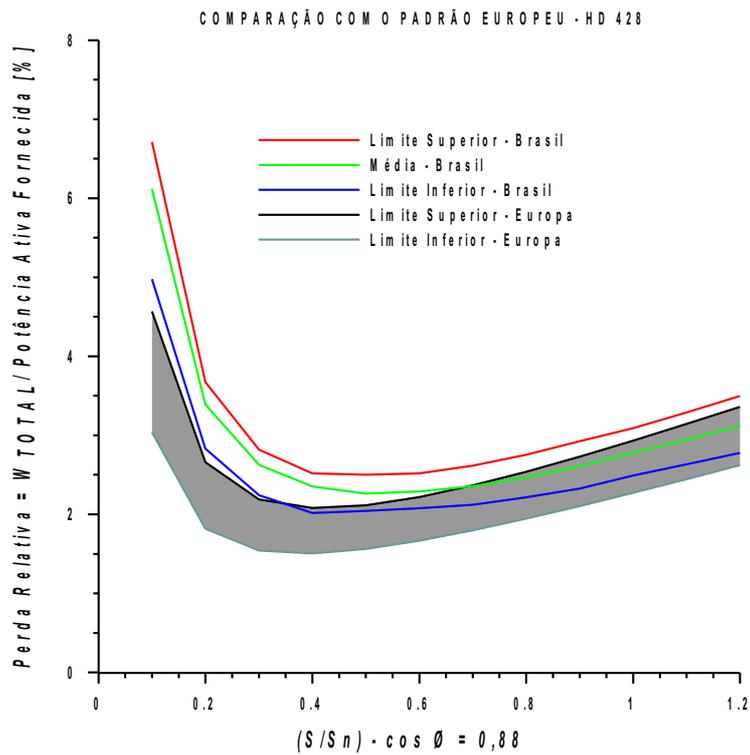
Figura

Figura - Comparação das perdas entre o padrão Europa (50 kVA) e o padrão Brasil (30 kVA).



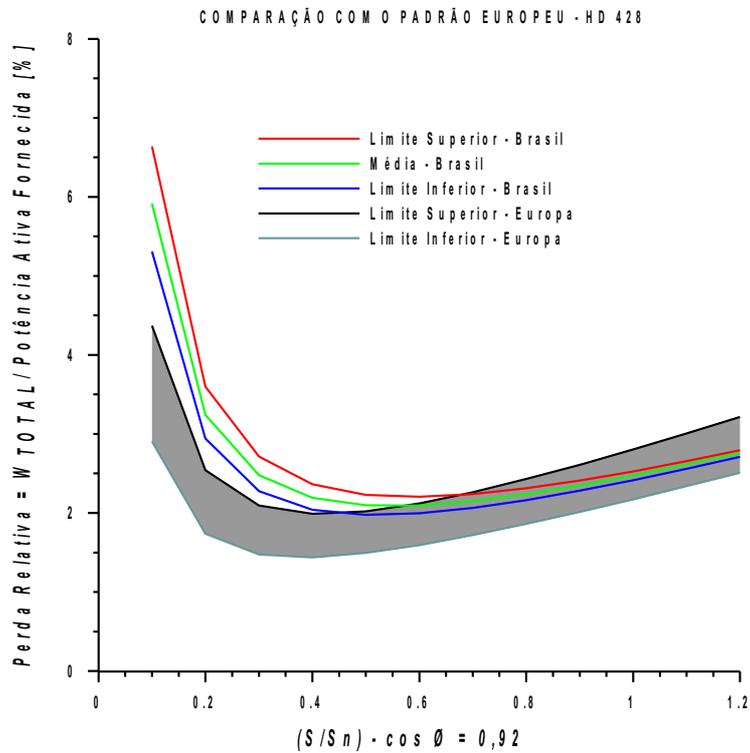
Figura

Figura - Comparação das perdas entre o padrão Europa (50 kVA) e o padrão Brasil (30 kVA).



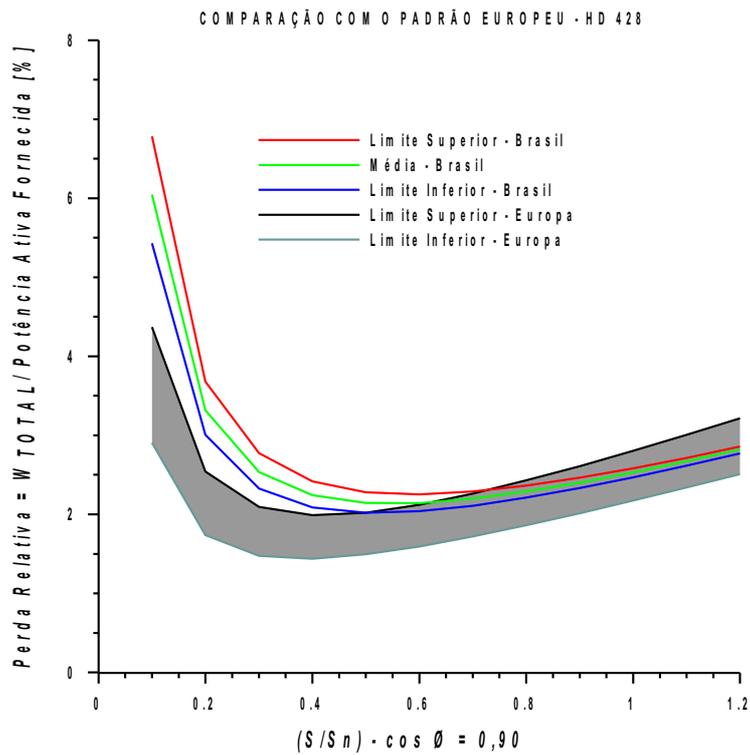
Figura

Figura - Comparação das perdas entre o padrão Europa (50 kVA) e o padrão Brasil (30 kVA).



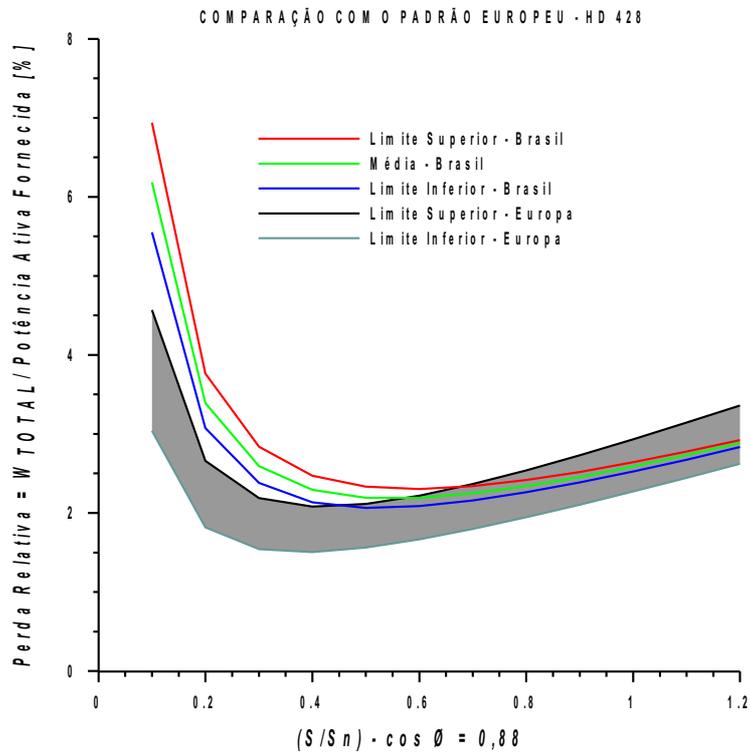
Figura

Figura - Comparação das perdas entre o padrão Europa (50 kVA) e o padrão Brasil (45 kVA).



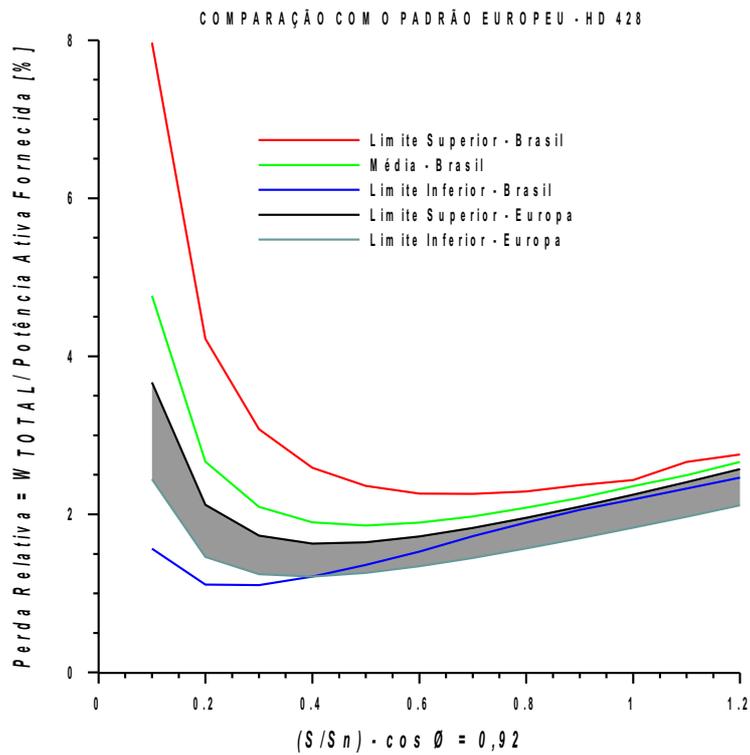
Figura

Figura - Comparação das perdas entre o padrão Europa (50 kVA) e o padrão Brasil (45 kVA).



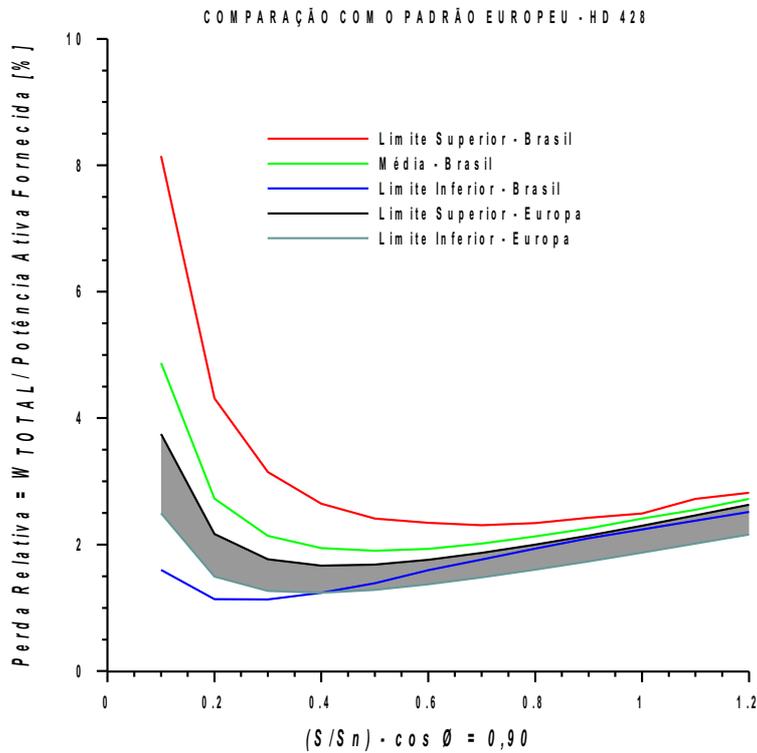
Figura

Figura - Comparação das perdas entre o padrão Europa (50 kVA) e o padrão Brasil (45 kVA).



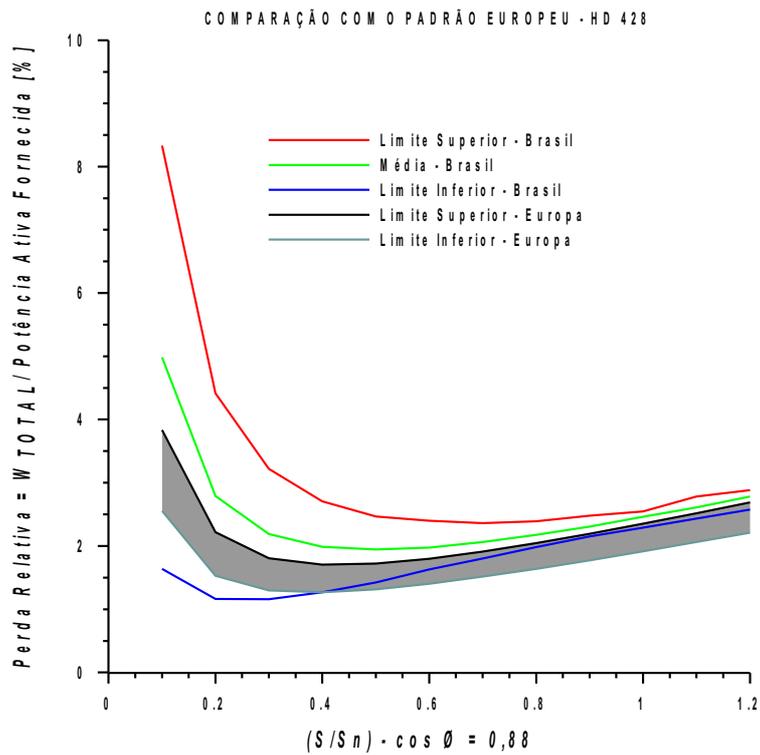
Figura

Figura - Comparação das perdas entre o padrão Europa (100 kVA) e o padrão Brasil (75 kVA).



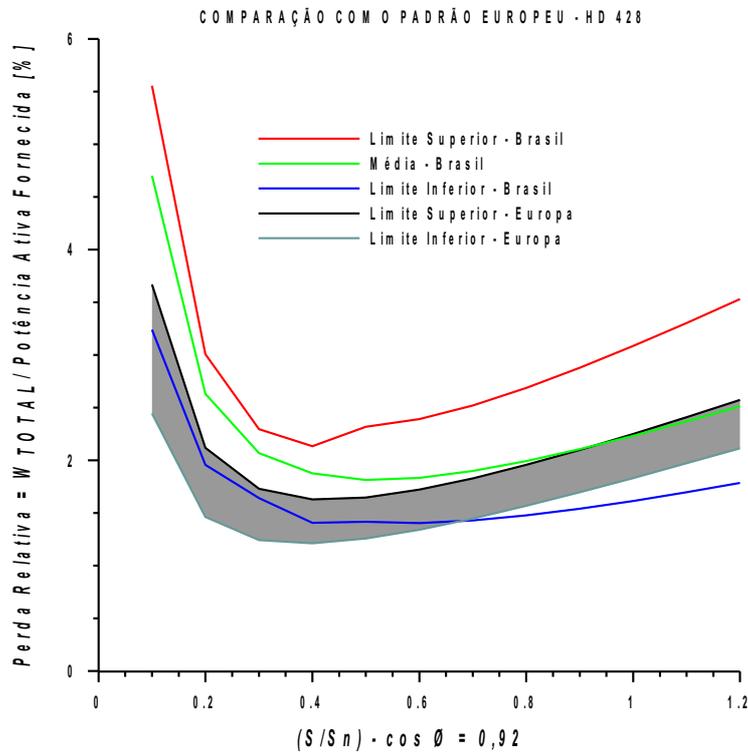
Figura

Figura - Comparação das perdas entre o padrão Europa (100 kVA) e o padrão Brasil (75 kVA).



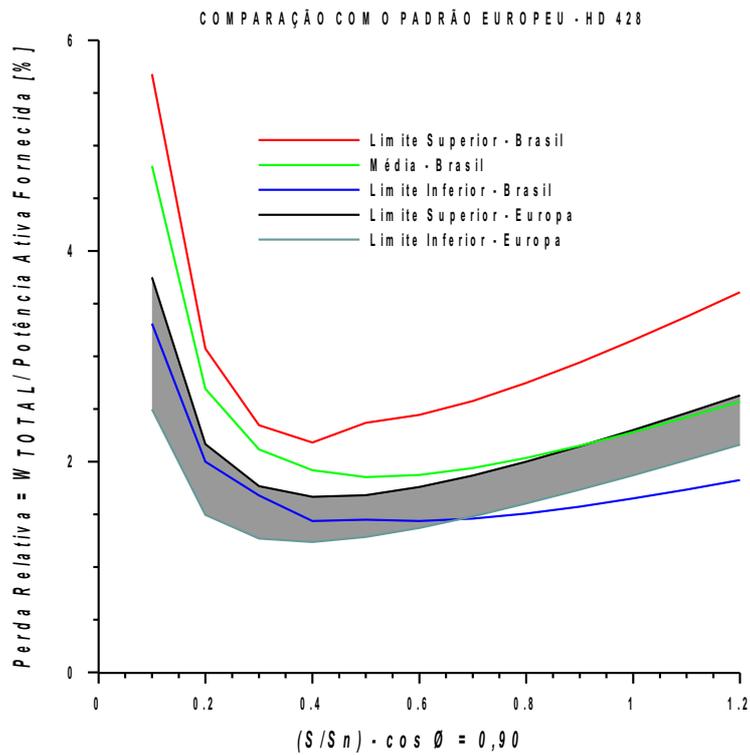
Figura

Figura - Comparação das perdas entre o padrão Europa (100 kVA) e o padrão Brasil (75 kVA).



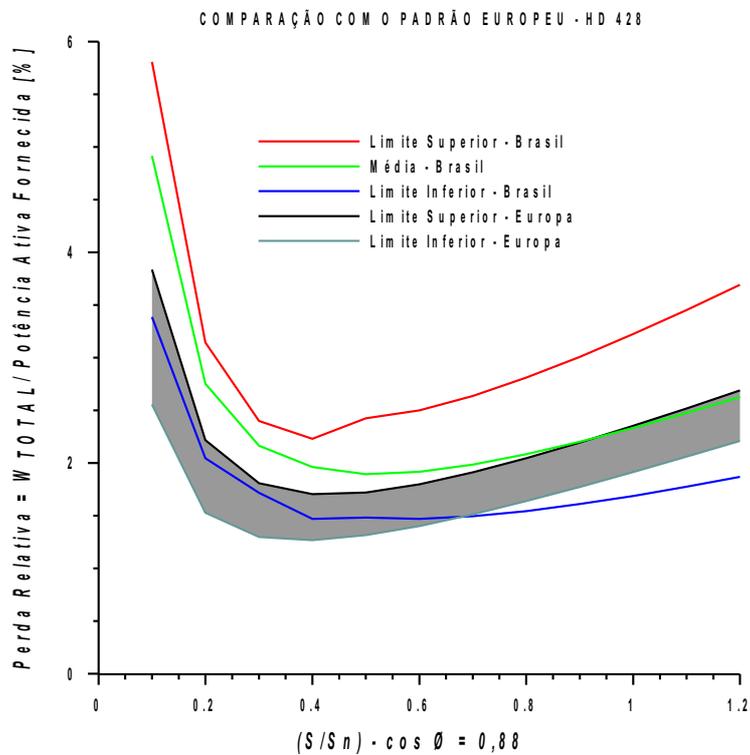
Figura

Figura - Comparação das perdas entre o padrão Europa (100 kVA) e o padrão Brasil (112,5 kVA).



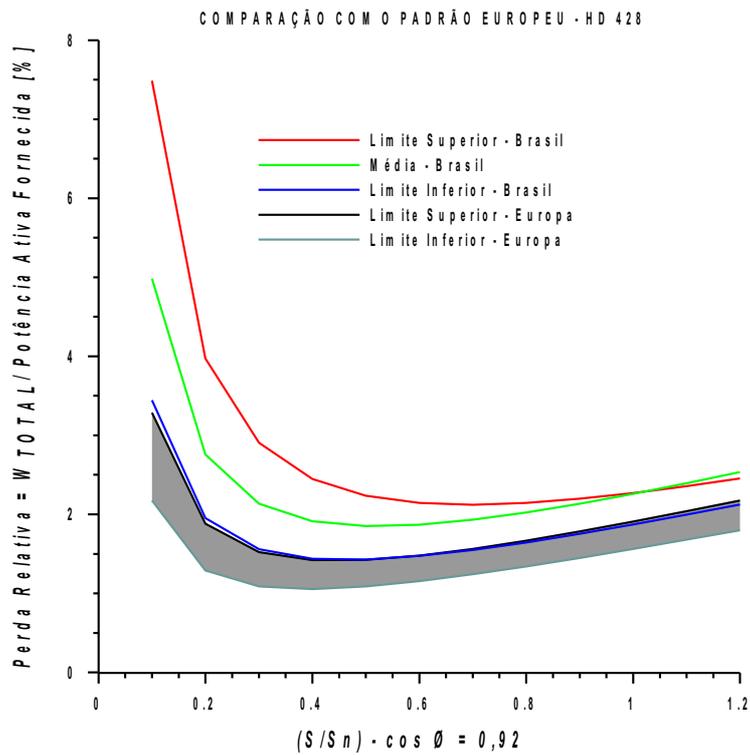
Figura

Figura - Comparação das perdas entre o padrão Europa (100 kVA) e o padrão Brasil (112,5 kVA).



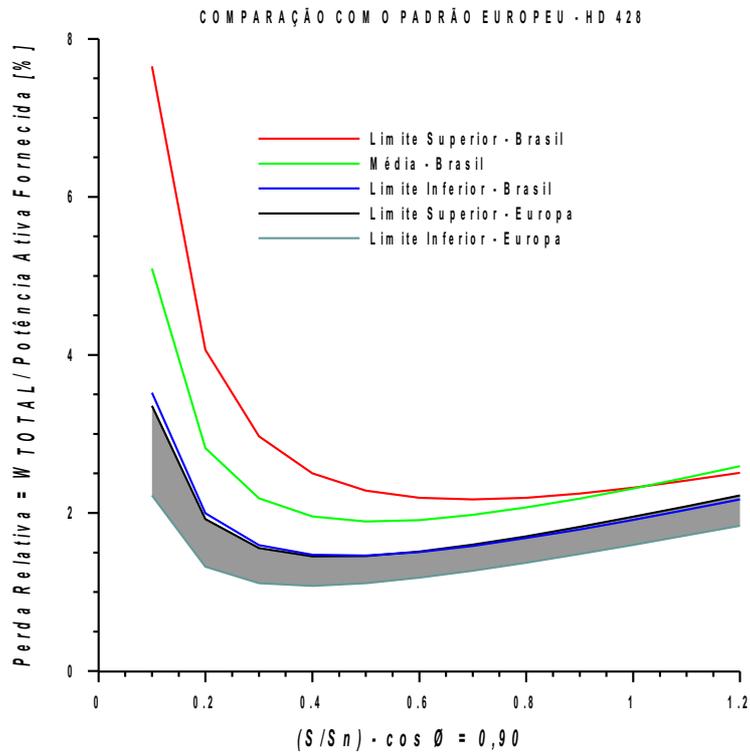
Figura

Figura - Comparação das perdas entre o padrão Europa (100 kVA) e o padrão Brasil (112,5 kVA).



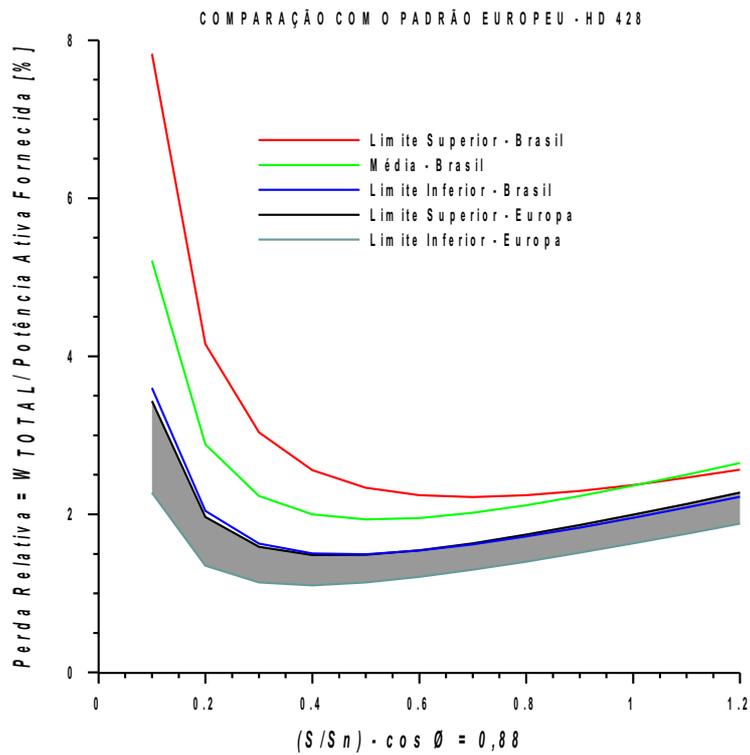
Figura

Figura - Comparação das perdas entre o padrão Europa (160 kVA) e o padrão Brasil (150 kVA).



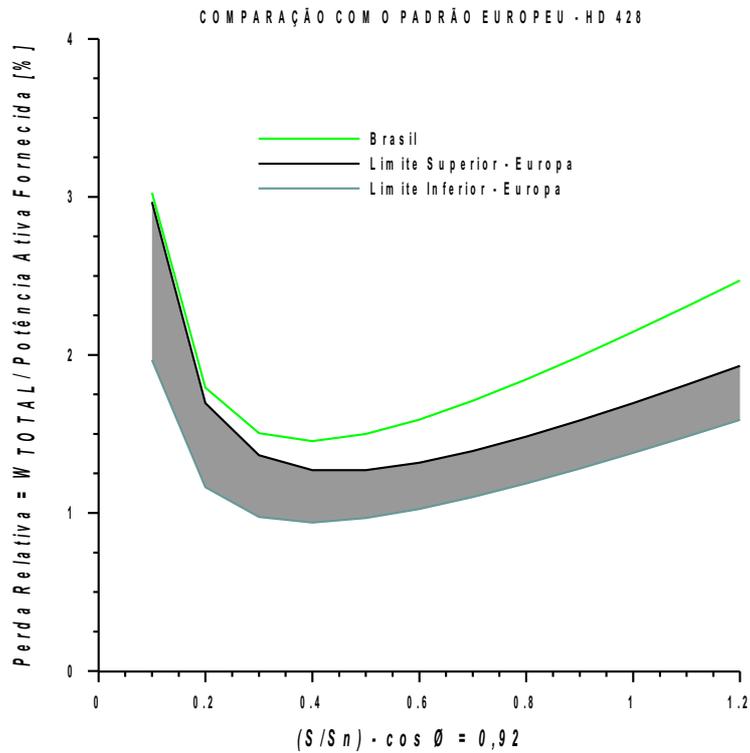
Figura

Figura - Comparação das perdas entre o padrão Europa (160 kVA) e o padrão Brasil (150 kVA).



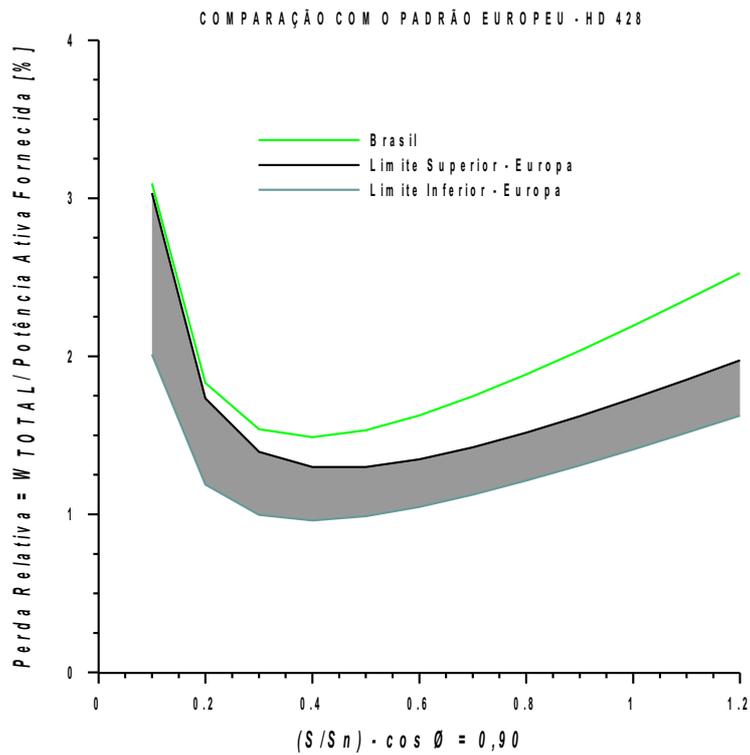
Figura

Figura - Comparação das perdas entre o padrão Europa (160 kVA) e o padrão Brasil (150 kVA).



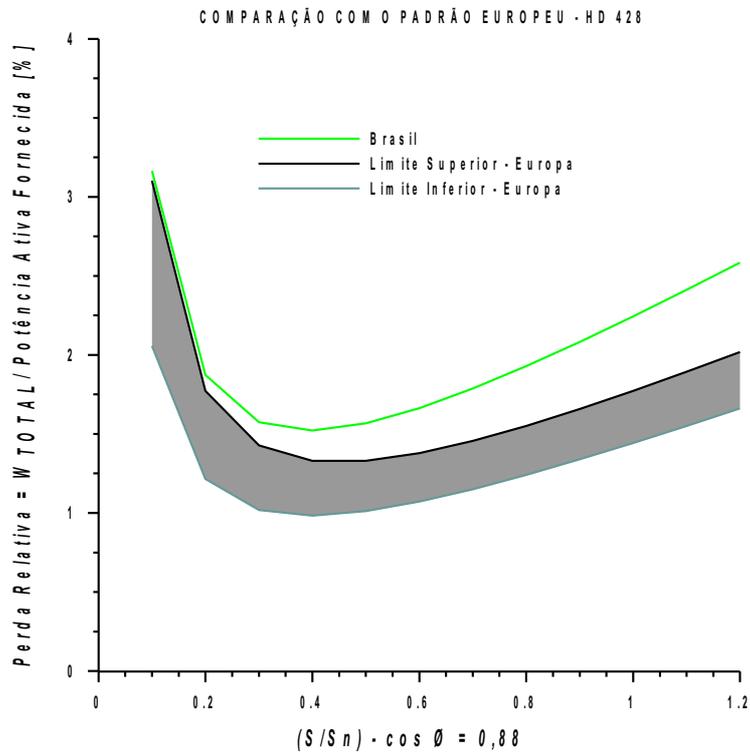
Figura

Figura - Comparação das perdas entre o padrão Europa (250 kVA) e o padrão Brasil (225 kVA).



Figura

Figura - Comparação das perdas entre o padrão Europa (250 kVA) e o padrão Brasil (225 kVA).

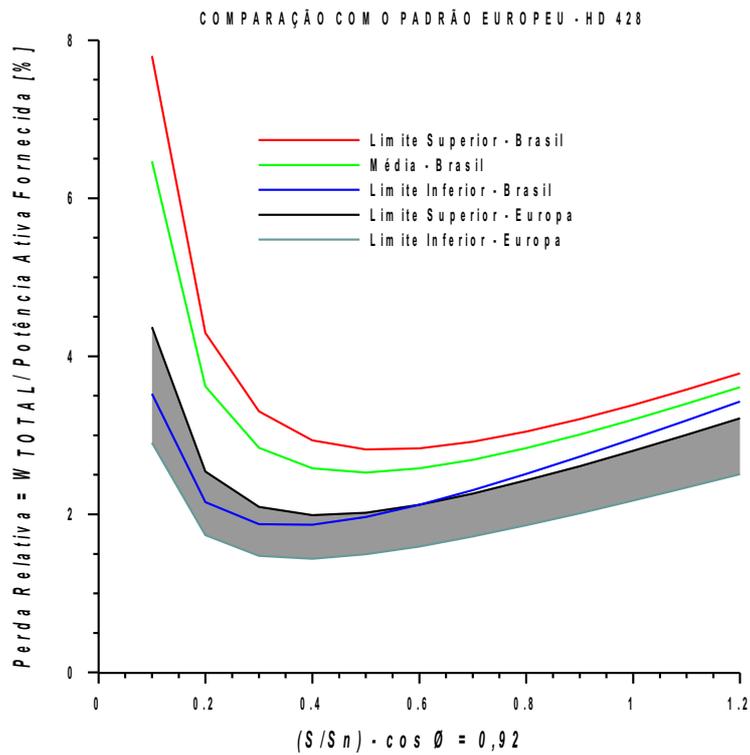


Figura

Figura - Comparação das perdas entre o padrão Europa (250 kVA) e o padrão Brasil (225 kVA).

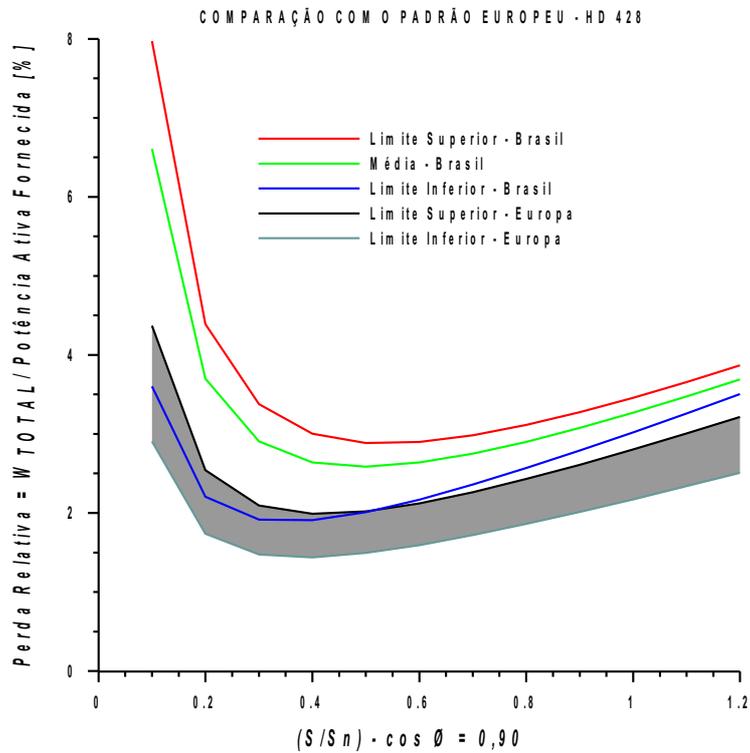
Comparação de eficiência entre transformadores nacionais e o padrão europeu – HD 428

Estado: reformado
Tipo de alimentação: Trifásica
Classe de isolamento: 25KV
Potências: 15kVA, 30kVA, 45kVA e 75kVA



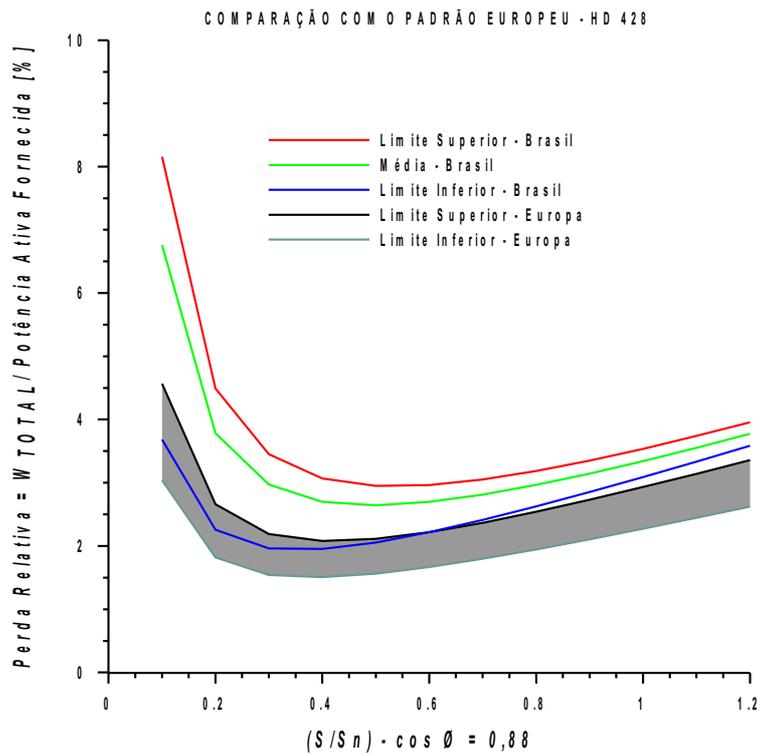
Figura

Figura - Comparação das perdas entre o padrão Europa (50 kVA) e o padrão Brasil (15 kVA).



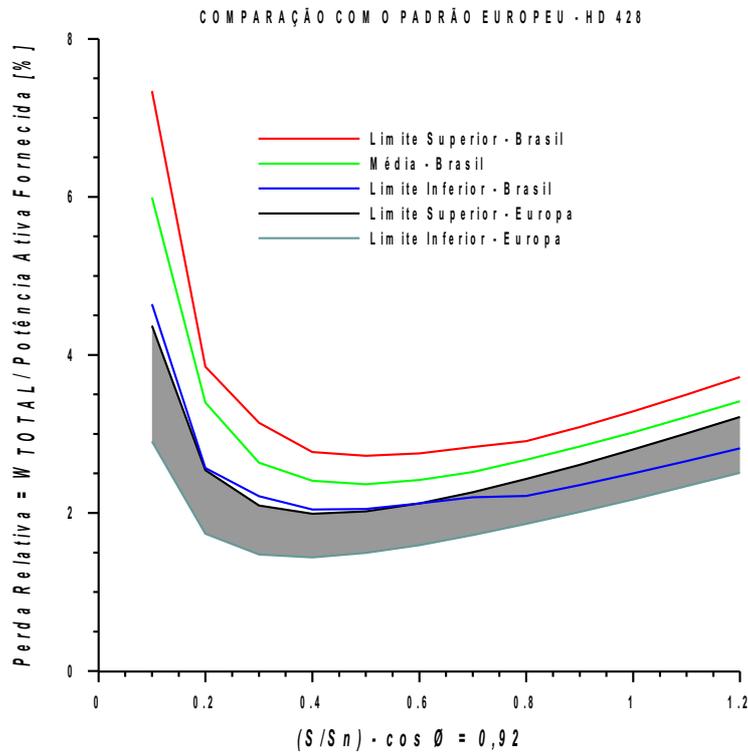
Figura

Figura - Comparação das perdas entre o padrão Europa (50 kVA) e o padrão Brasil (15 kVA).



Figura

Figura - Comparação das perdas entre o padrão Europa (50 kVA) e o padrão Brasil (15 kVA).



Figura

Figura - Comparação das perdas entre o padrão Europa (50 kVA) e o padrão Brasil (30 kVA).

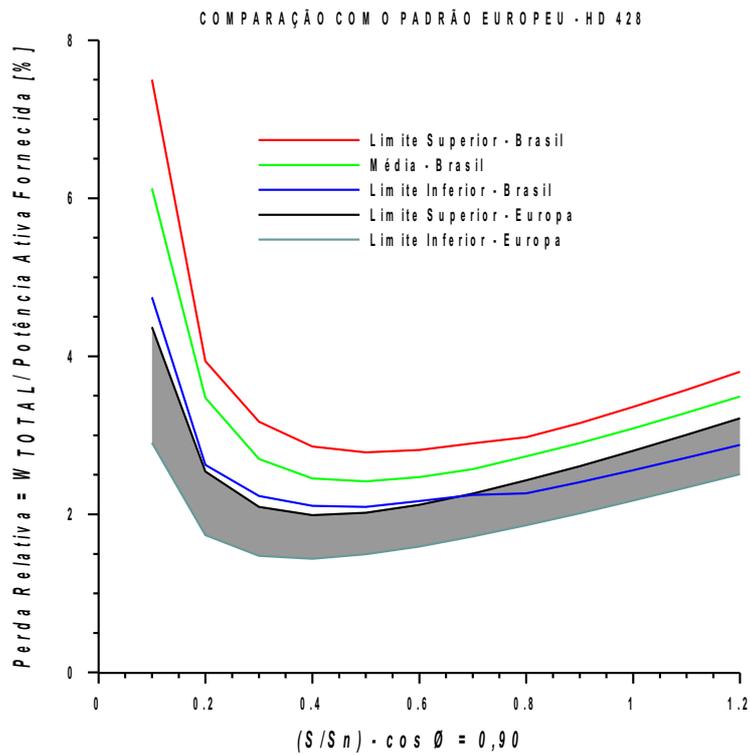


Figura -

Figura - Comparação das perdas entre o padrão Europa (50 kVA) e o padrão Brasil (30 kVA).

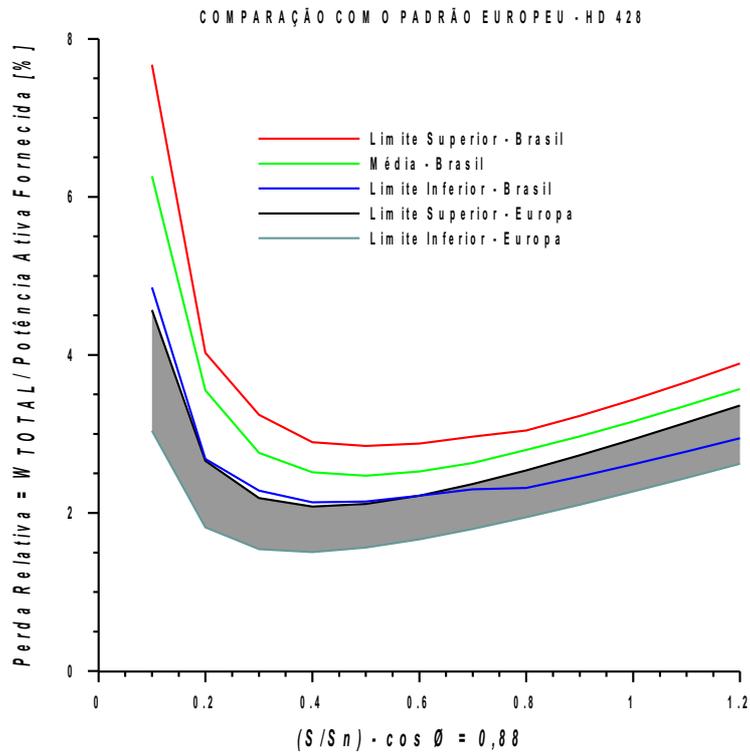


Figura - Comparação das perdas entre o padrão Europa (50 kVA) e o padrão Brasil (30 kVA).

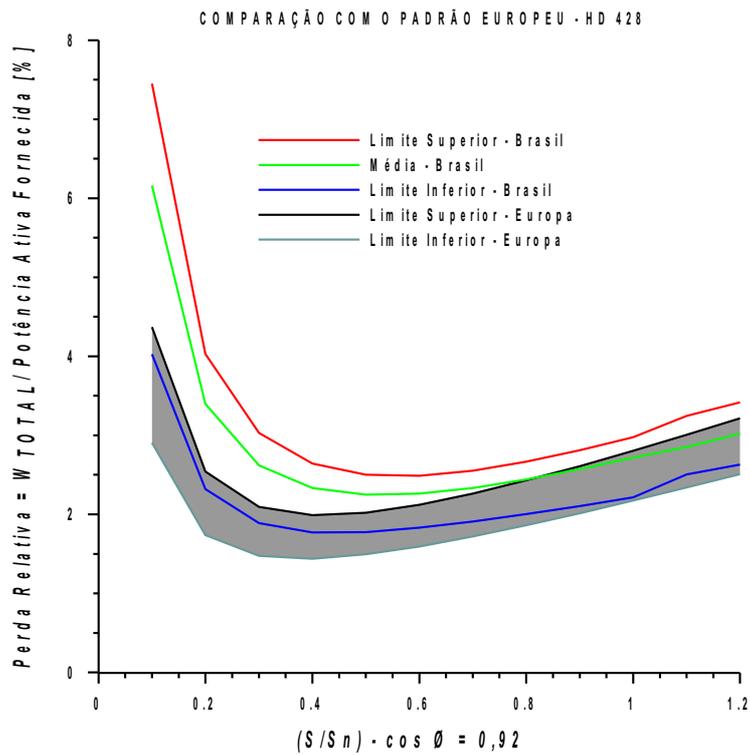


Figura - Comparação das perdas entre o padrão Europa (50 kVA) e o padrão Brasil (45 kVA).

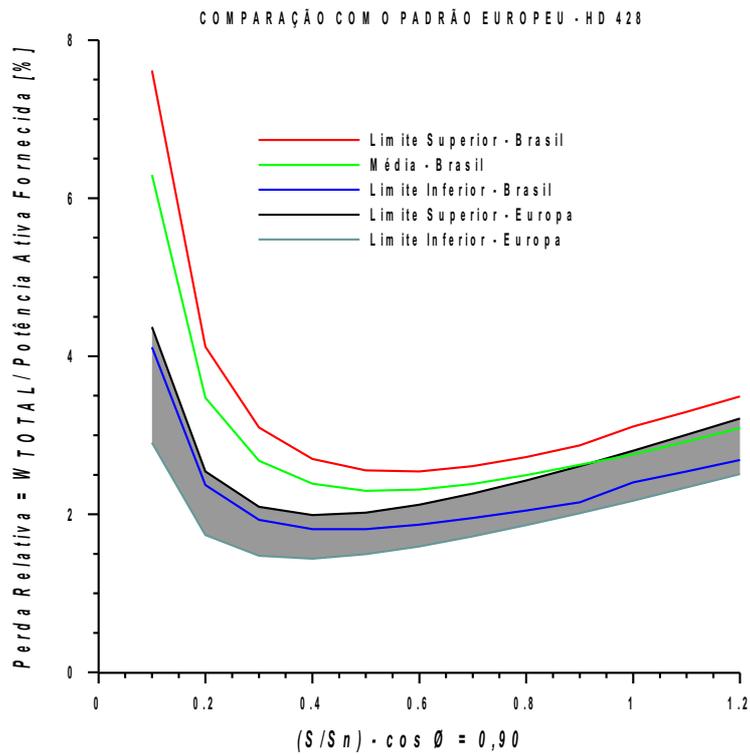


Figura - Comparação das perdas entre o padrão Europa (50 kVA) e o padrão Brasil (45 kVA).

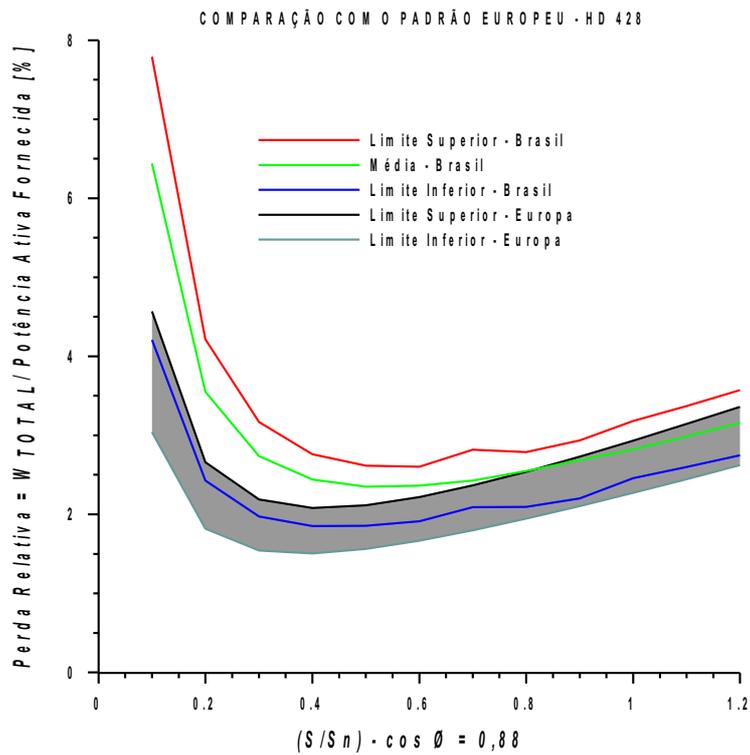


Figura - Comparação das perdas entre o padrão Europa (50 kVA) e o padrão Brasil (45 kVA).

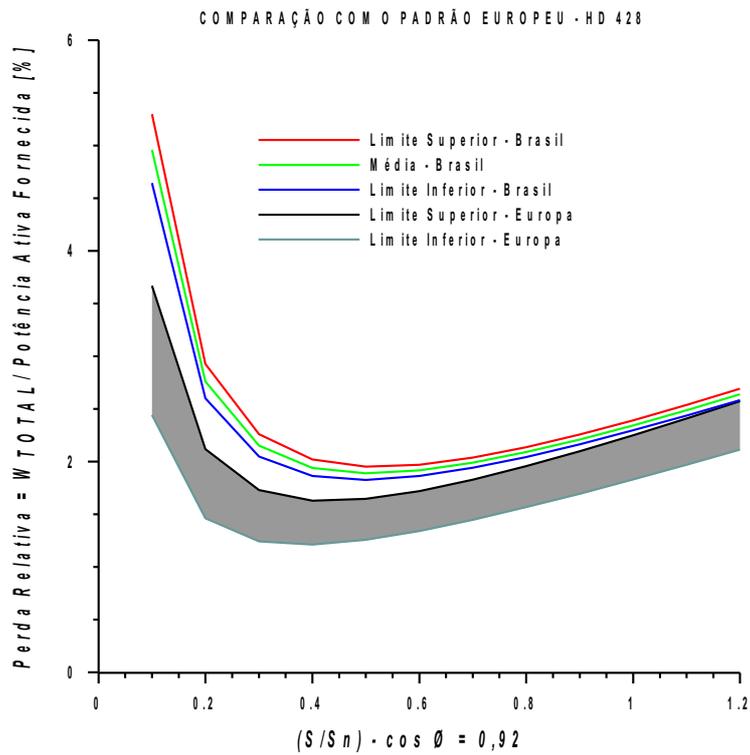


Figura - Comparação das perdas entre o padrão Europa (100 kVA) e o padrão Brasil (75 kVA).

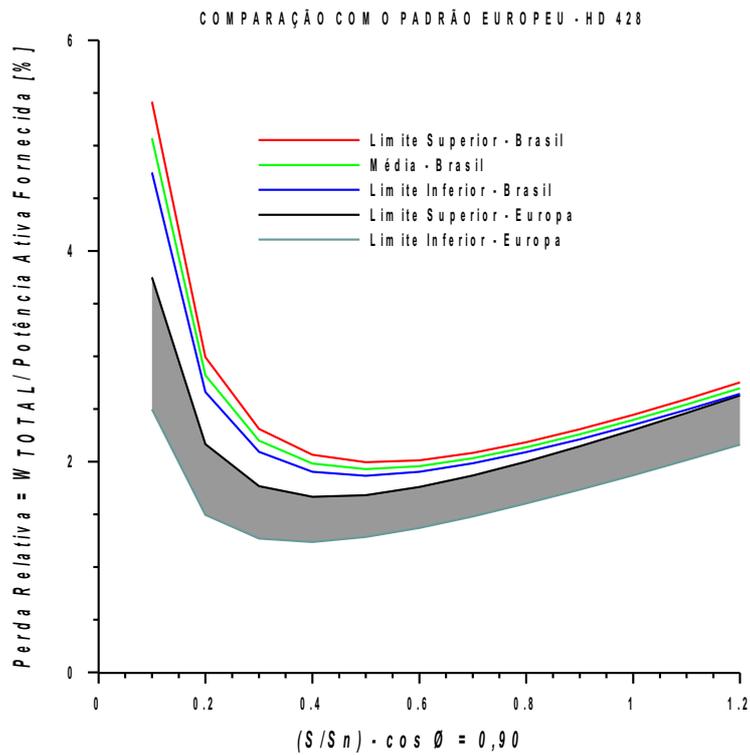


Figura - Comparação das perdas entre o padrão Europa (100 kVA) e o padrão Brasil (75 kVA).

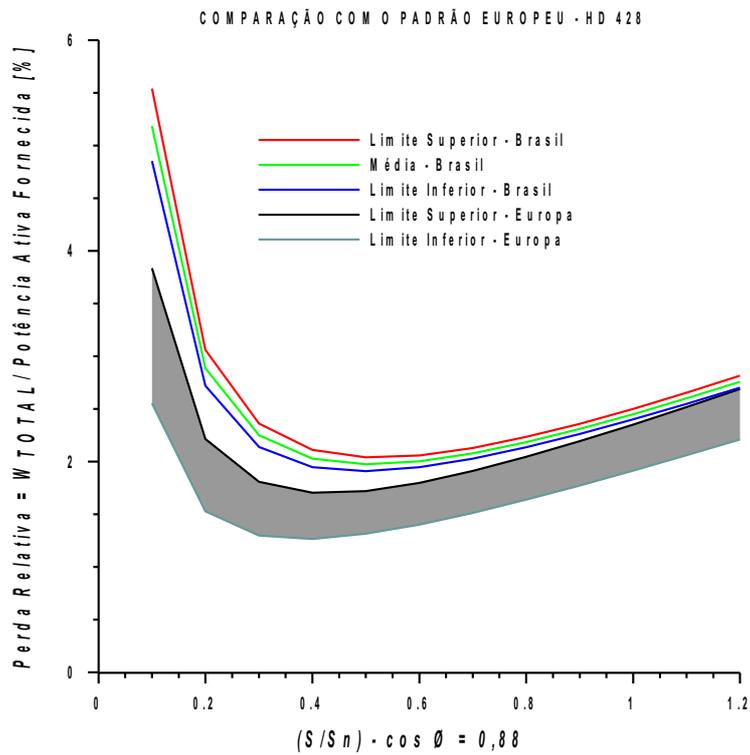


Figura - Comparação das perdas entre o padrão Europa (100 kVA) e o padrão Brasil (75 kVA).

Comparação de eficiência entre transformadores nacionais e a Norma Oficial Mexicana – NOM

Estado: Reformado

Tipo de alimentação: Trifásico

Classe de isolamento: 15KV

Potências: 30kVA, 45kVA, 75kVA, 112,5kVA, 150kVA e 225kVA

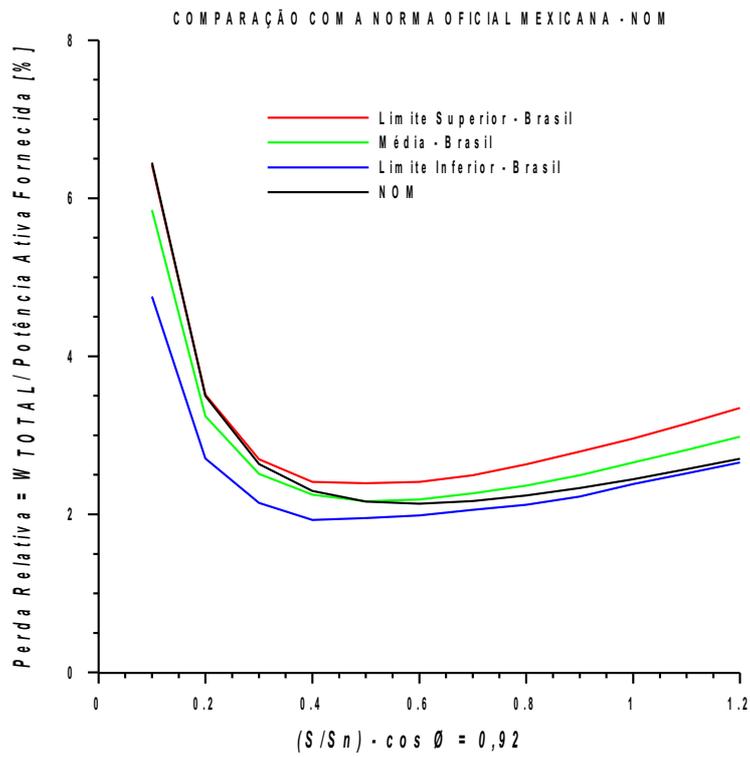


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o padrão Brasil para 30 kVA.

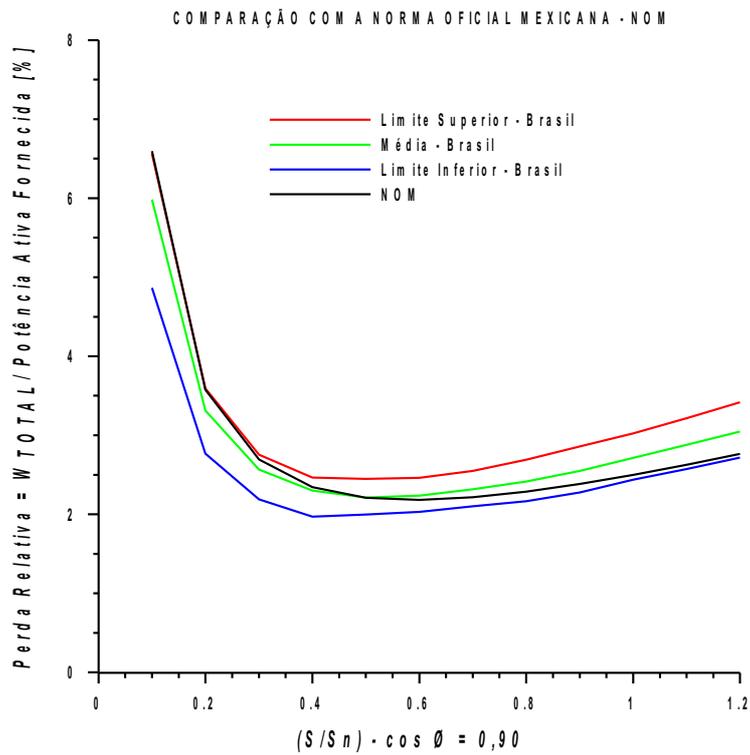


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o padrão Brasil para 30 kVA.

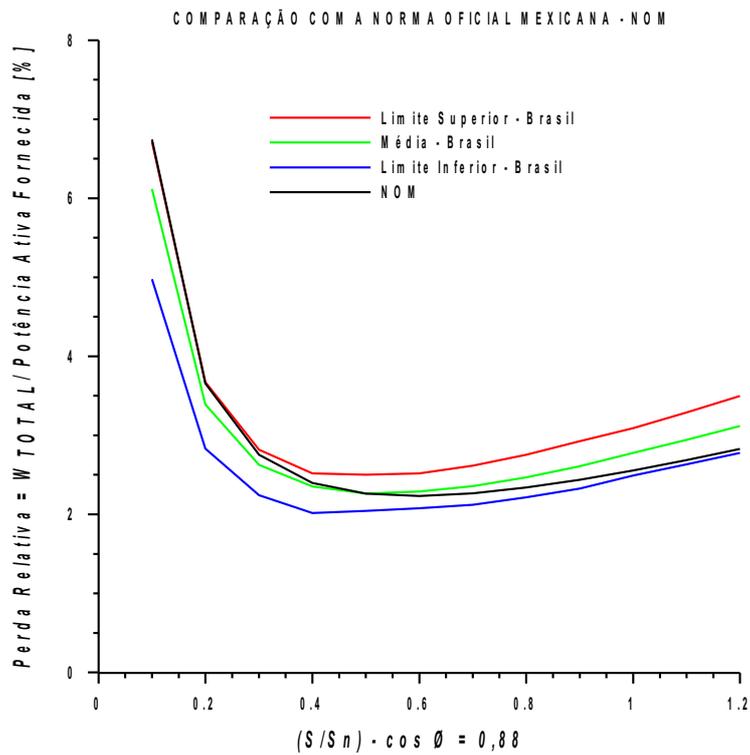


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o padrão Brasil para 30 kVA.

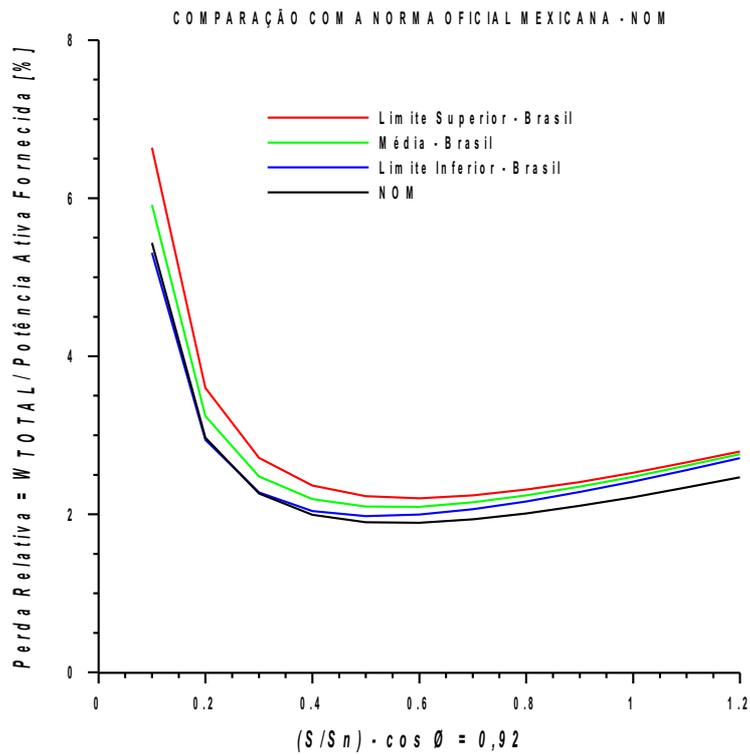


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o padrão Brasil para 45 kVA.

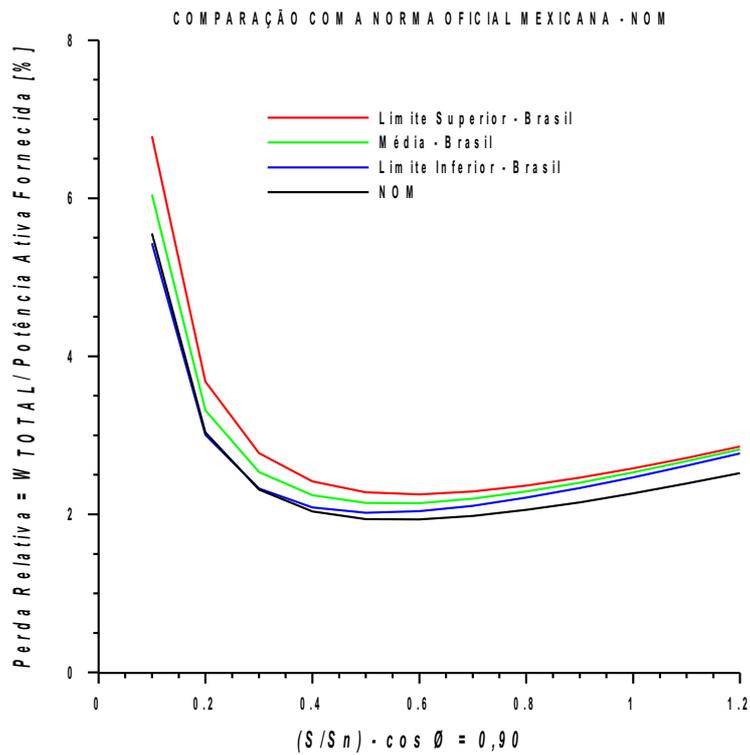


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o padrão Brasil para 45 kVA.

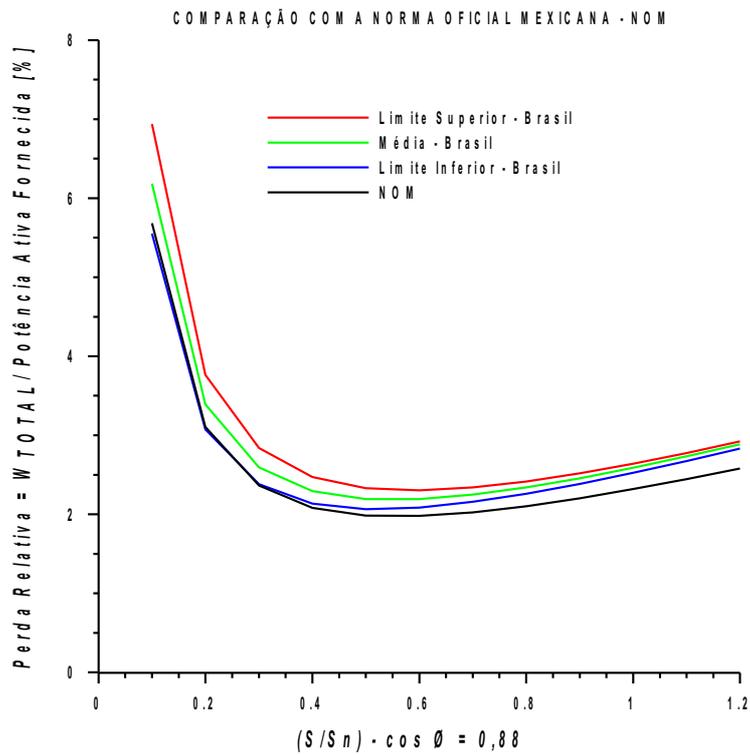


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o padrão Brasil para 45 kVA.

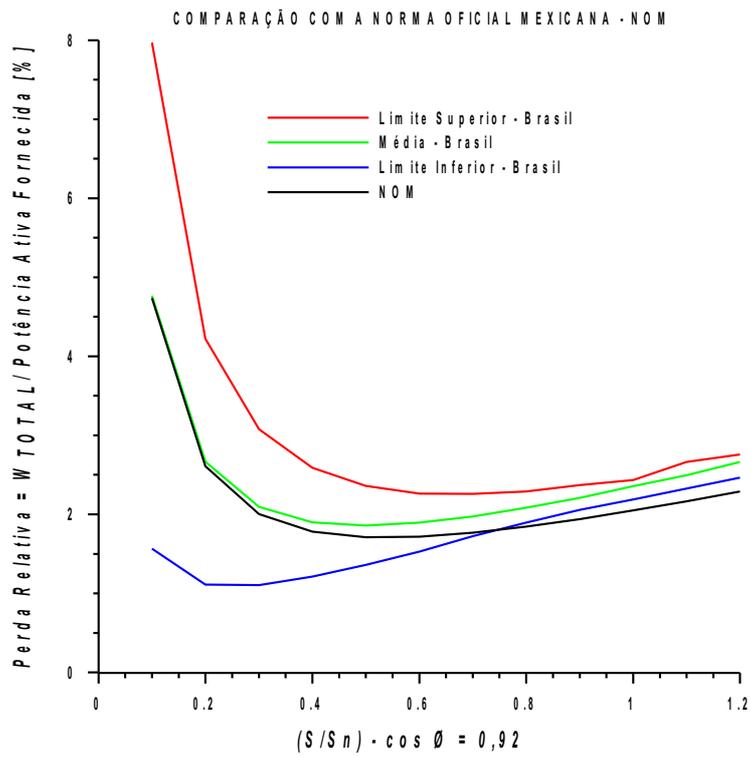


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o padrão Brasil para 75 kVA.

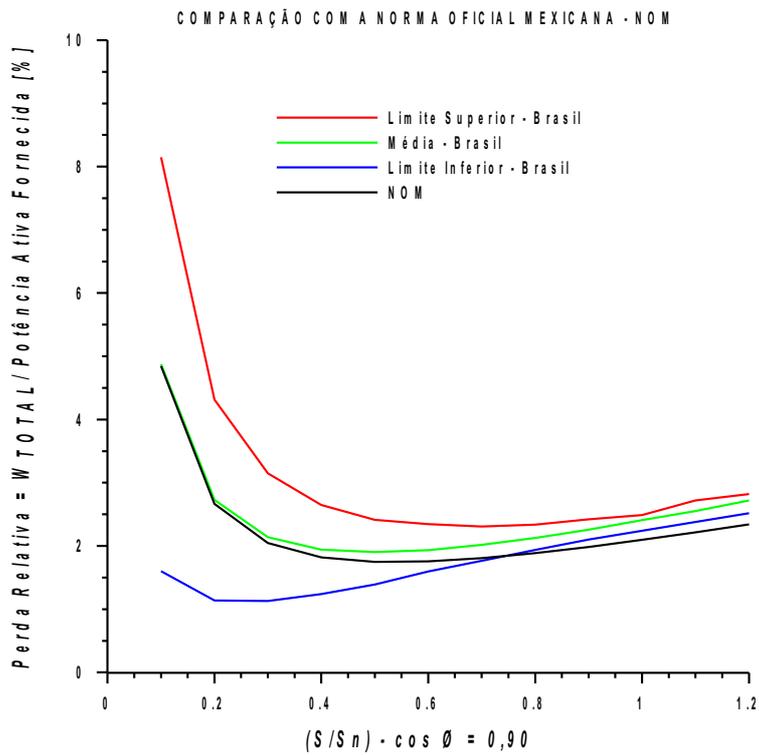


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o padrão Brasil para 75 kVA.

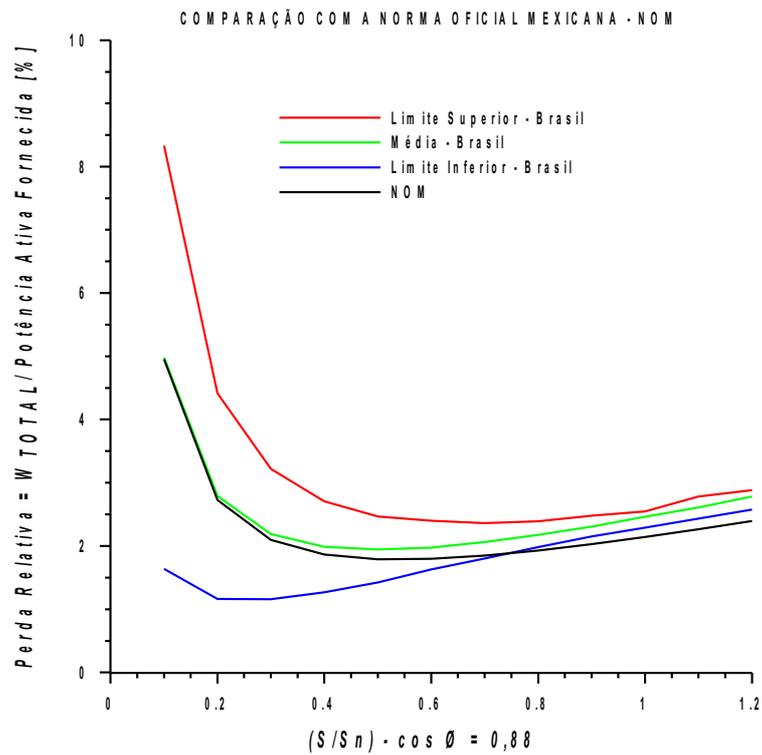


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o padrão Brasil para 75 kVA.

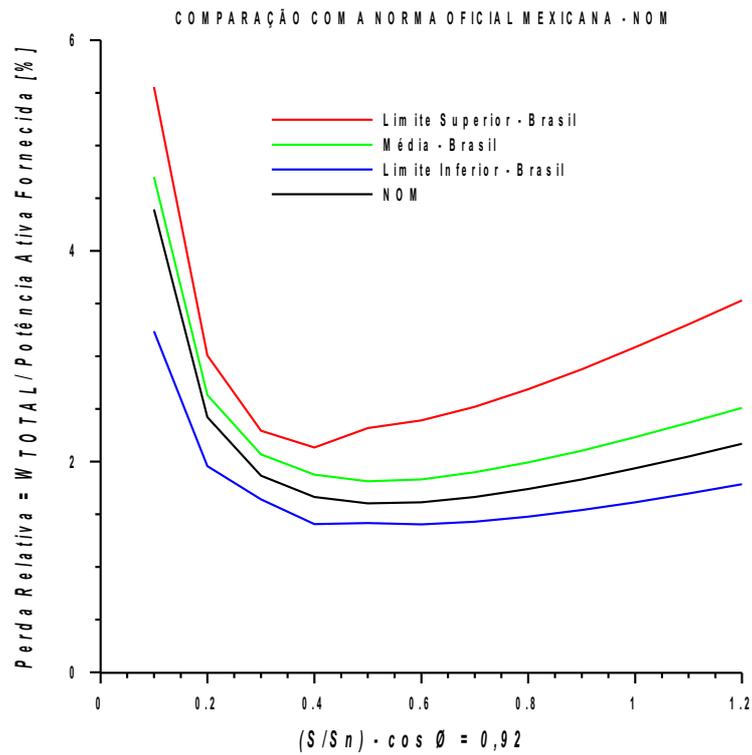


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o padrão Brasil para 112,5 kVA.

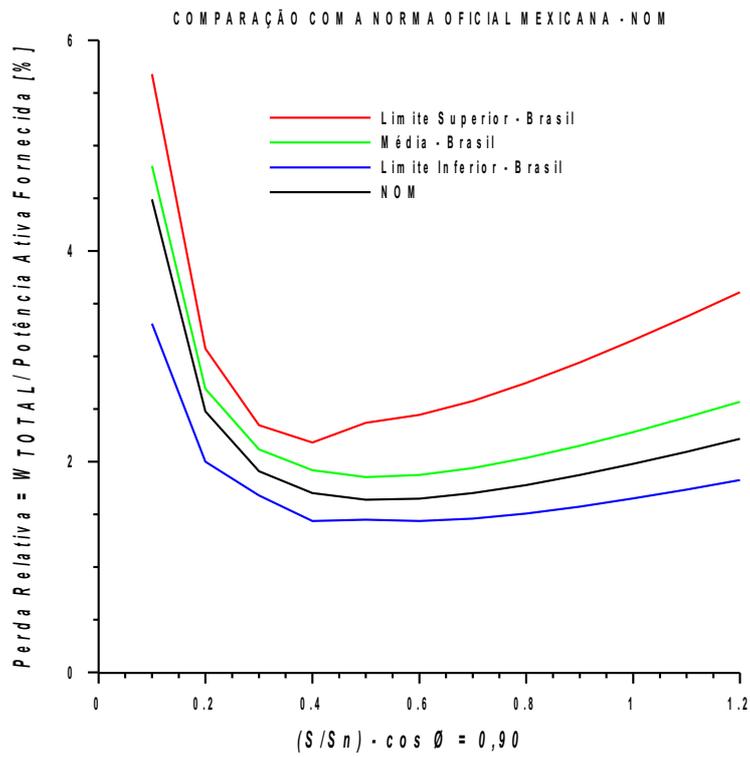


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o padrão Brasil para 112,5 kVA.

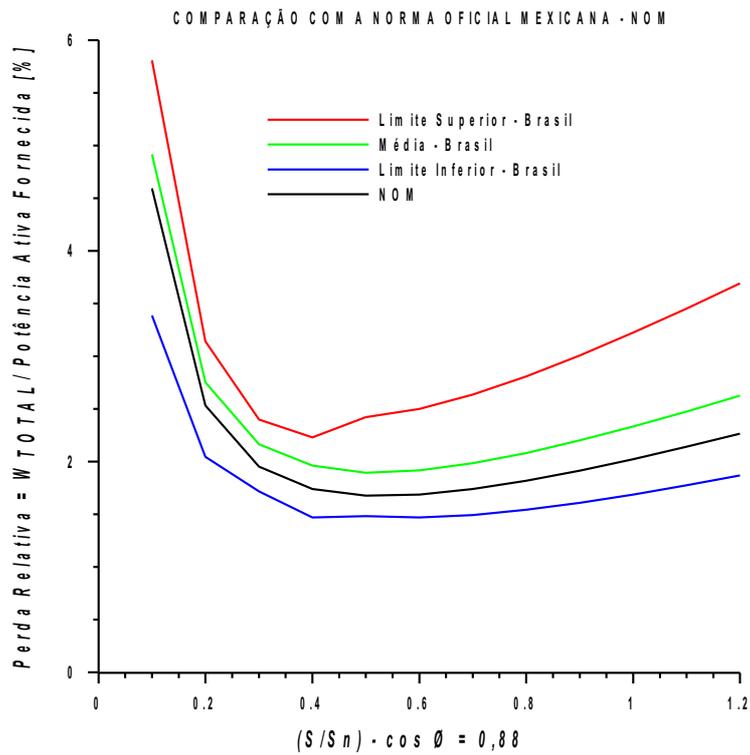


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o padrão Brasil para 112,5 kVA.

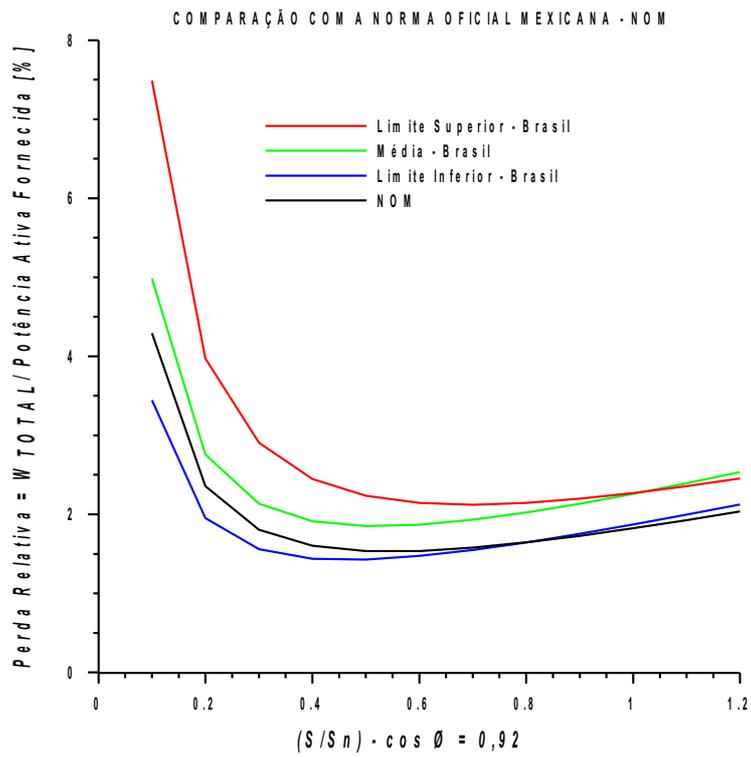


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o padrão Brasil para 150 kVA.

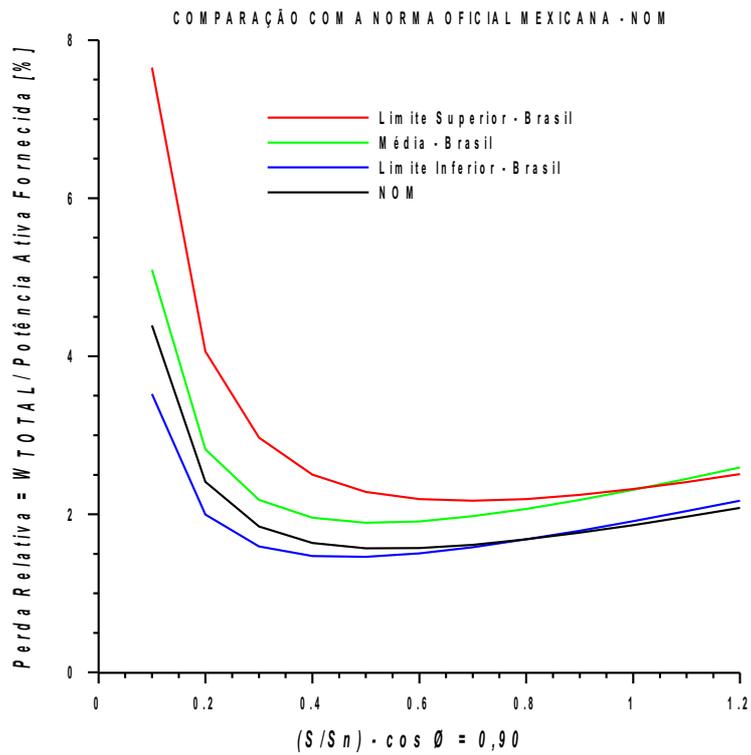


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o padrão Brasil para 150 kVA.

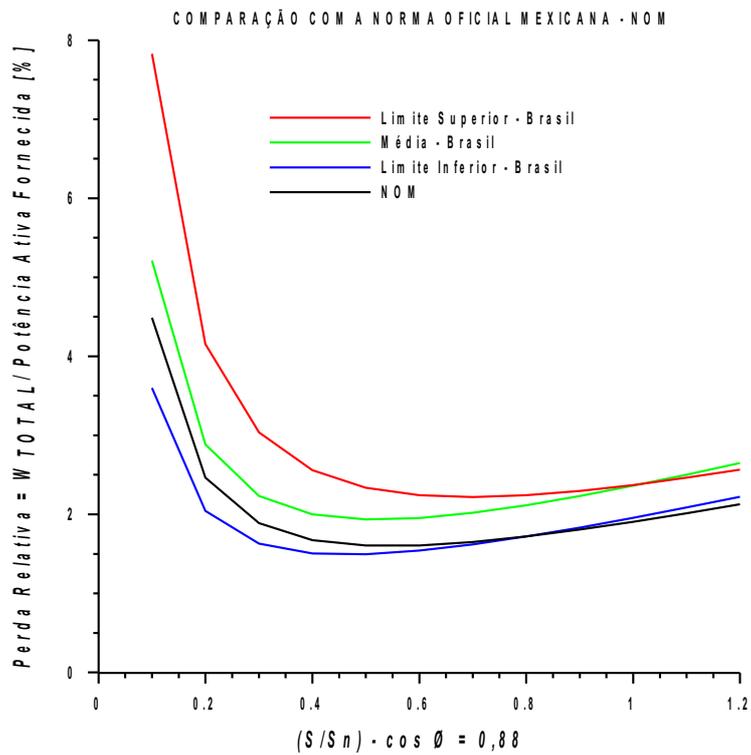


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o padrão Brasil para 150 kVA.

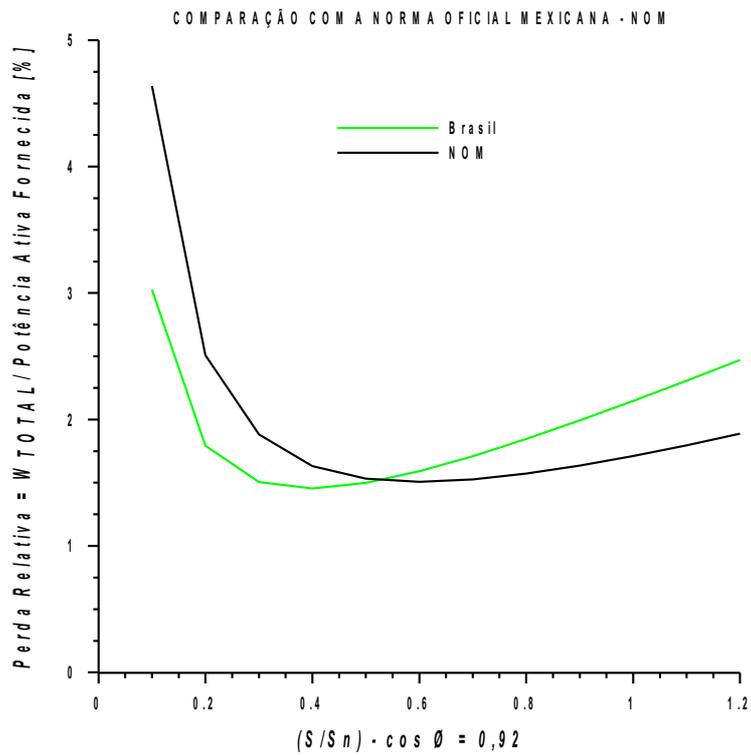


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o padrão Brasil para 225 kVA.

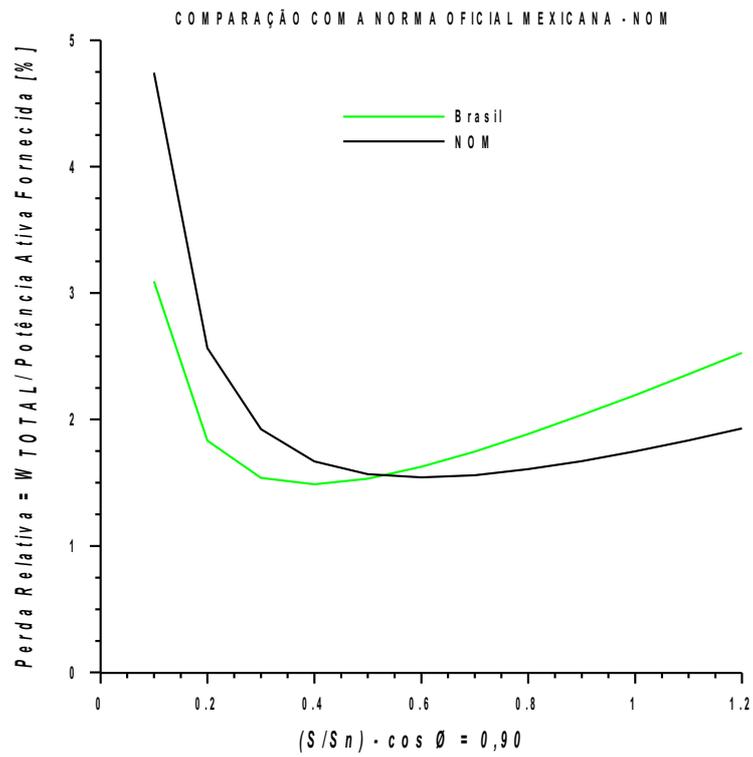


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o padrão Brasil para 225 kVA.

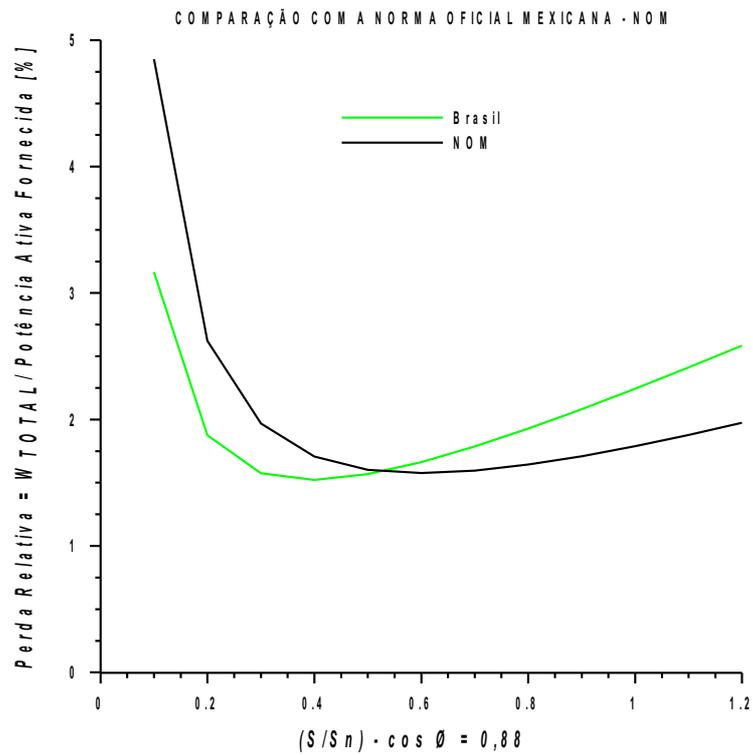


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o padrão Brasil para 225 kVA.

Comparação de eficiência entre transformadores nacionais e a Norma Oficial Mexicana – NOM

Estado: Reformado
Tipo de alimentação: Trifásico
Classe de isolamento: 25KV
Potências: 15kVA, 30kVA, 45kVA e 75kVA

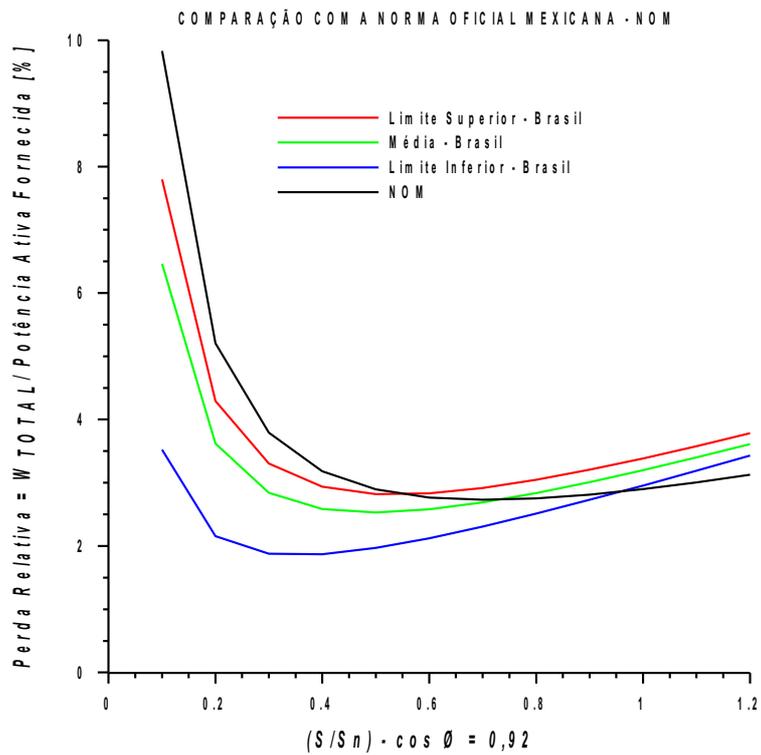


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o padrão Brasil para 15 kVA.

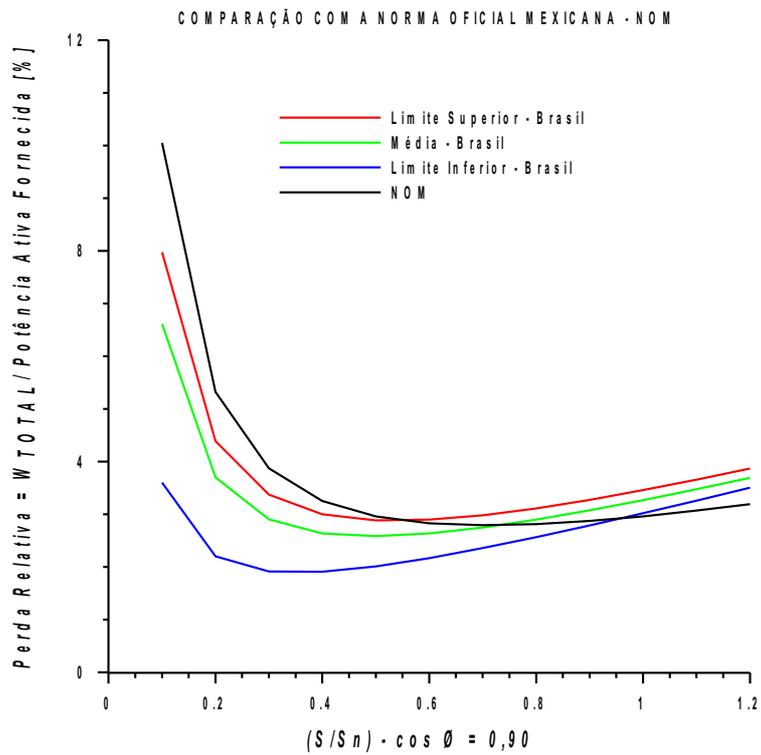


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o padrão Brasil para 15 kVA.

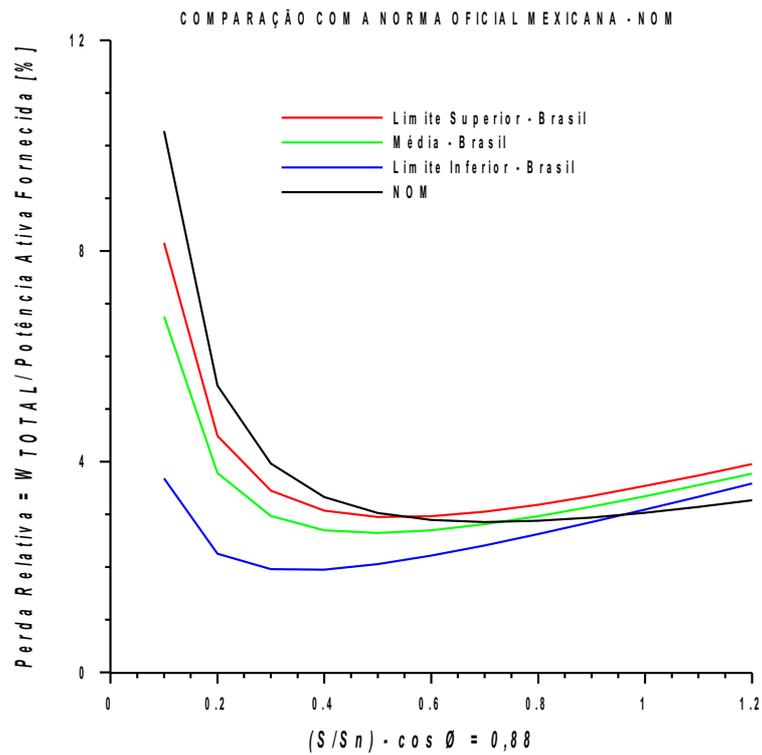


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o padrão Brasil para 15 kVA.

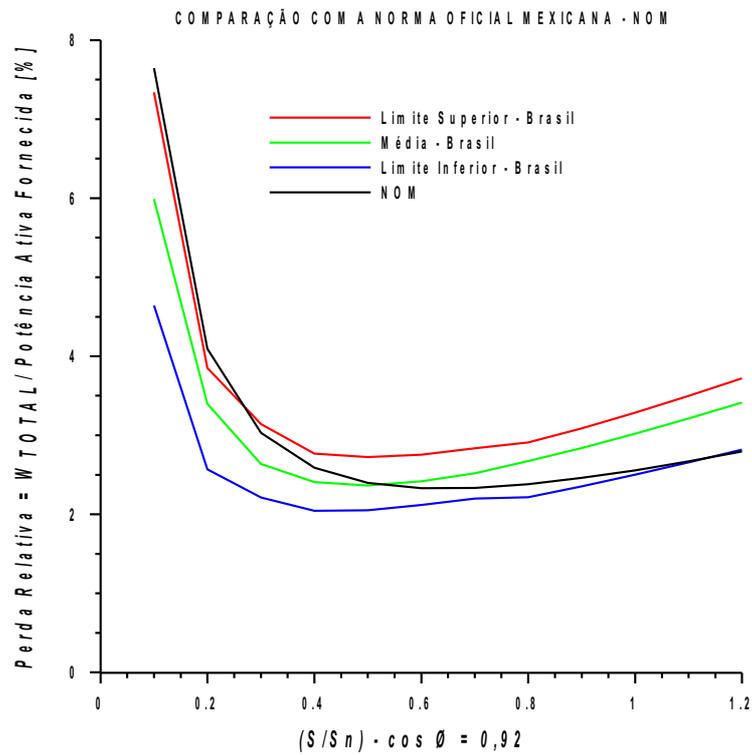


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o padrão Brasil para 30 kVA.

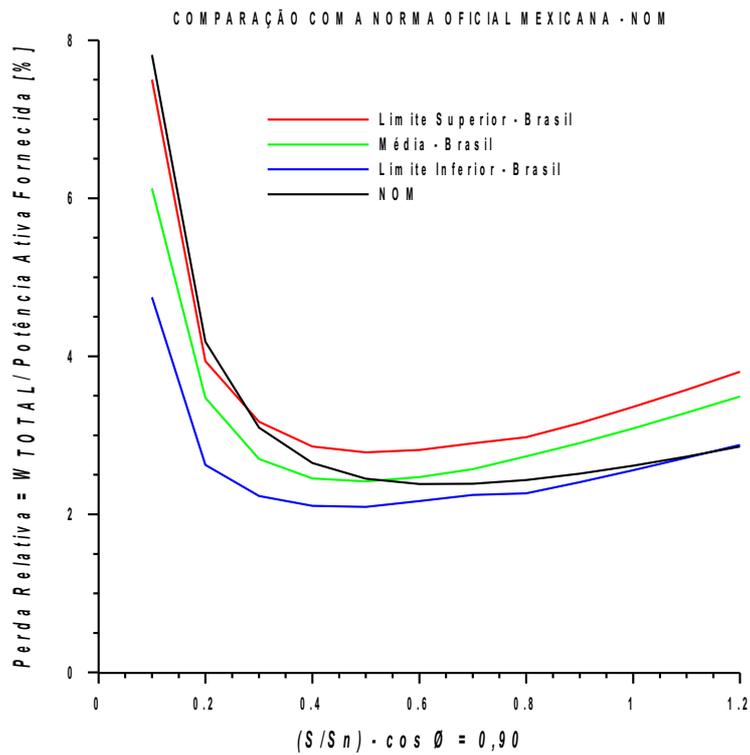


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o padrão Brasil para 30 kVA.

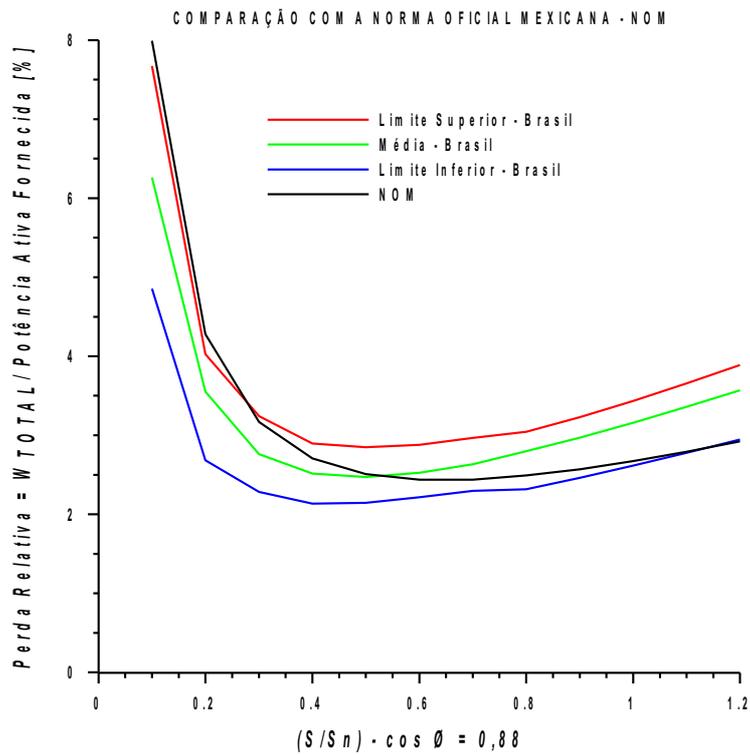


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o padrão Brasil para 30 kVA.

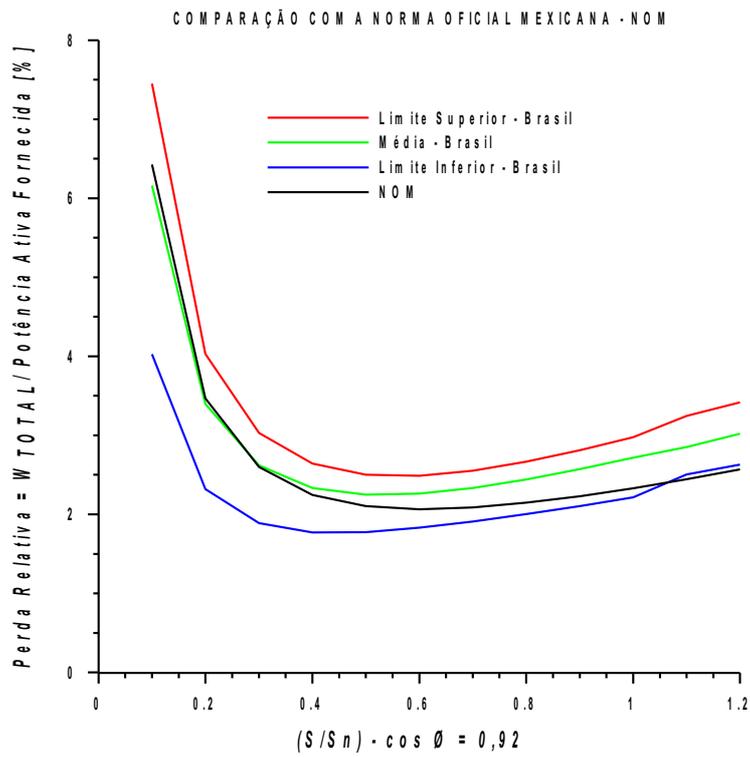


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o padrão Brasil para 45 kVA.

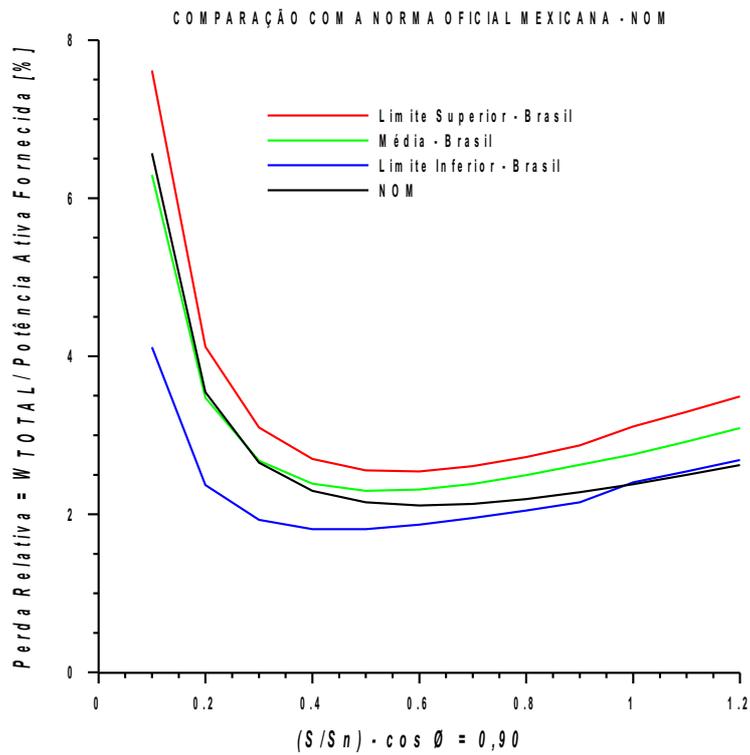


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o padrão Brasil para 45 kVA.

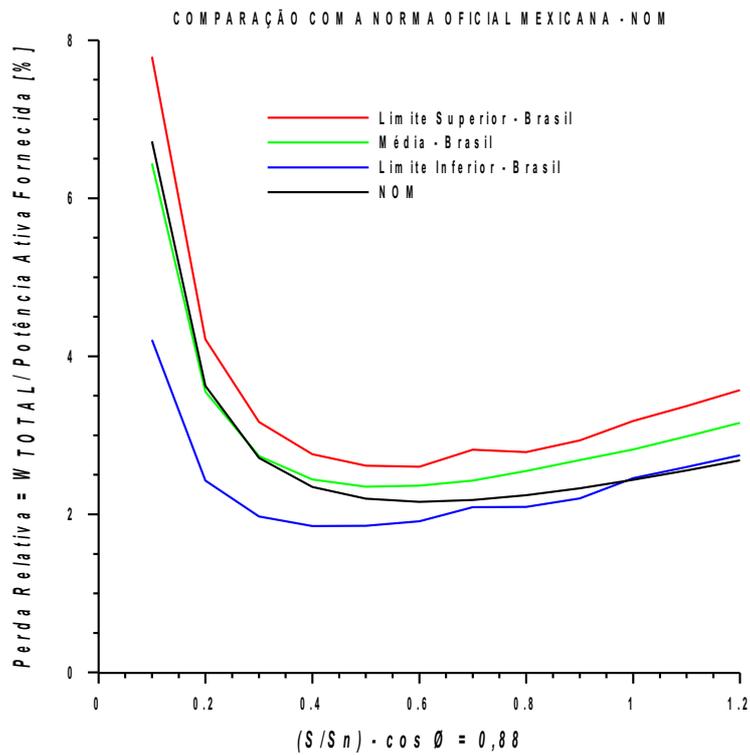


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o padrão Brasil para 45 kVA.

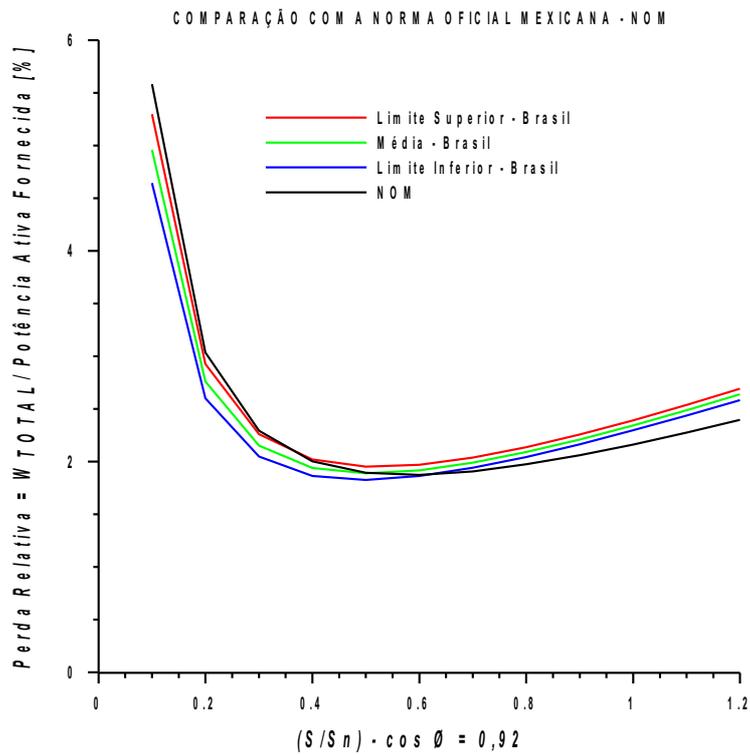


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o padrão Brasil para 75 kVA.

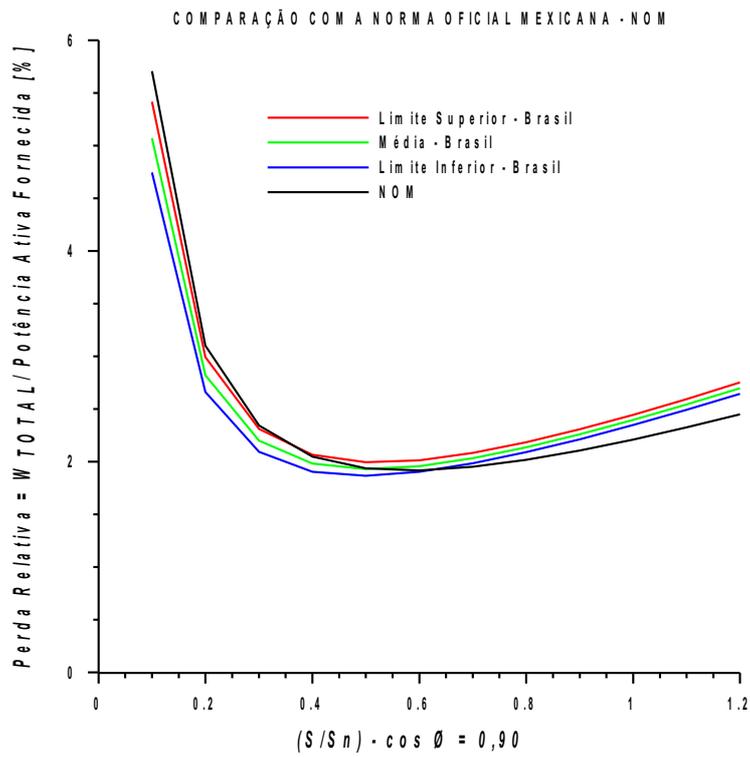


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o padrão Brasil para 75 kVA.

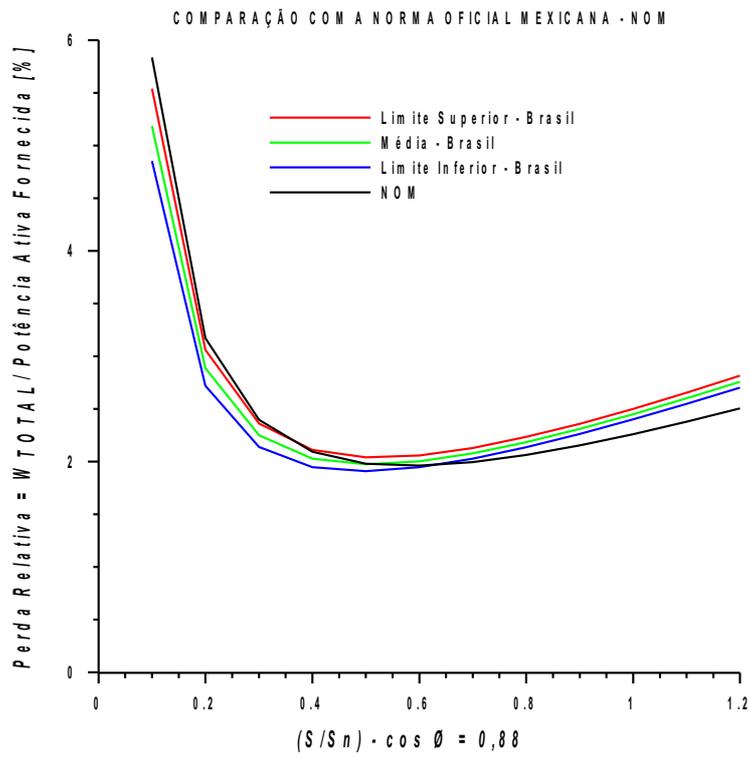


Figura - Comparação das perdas entre a NOM e o padrão Brasil para 75 kVA.

Comparação de eficiência entre transformadores nacionais e a norma nacional da China - GB/T
– 6451 - 1999

Estado: Reformado
Tipo de alimentação: Trifásica
Classe de isolamento: 15KV
Potências: 30kVA, 45kVA, 75kVA, 112,5kVA, 150kVA e 225kVA

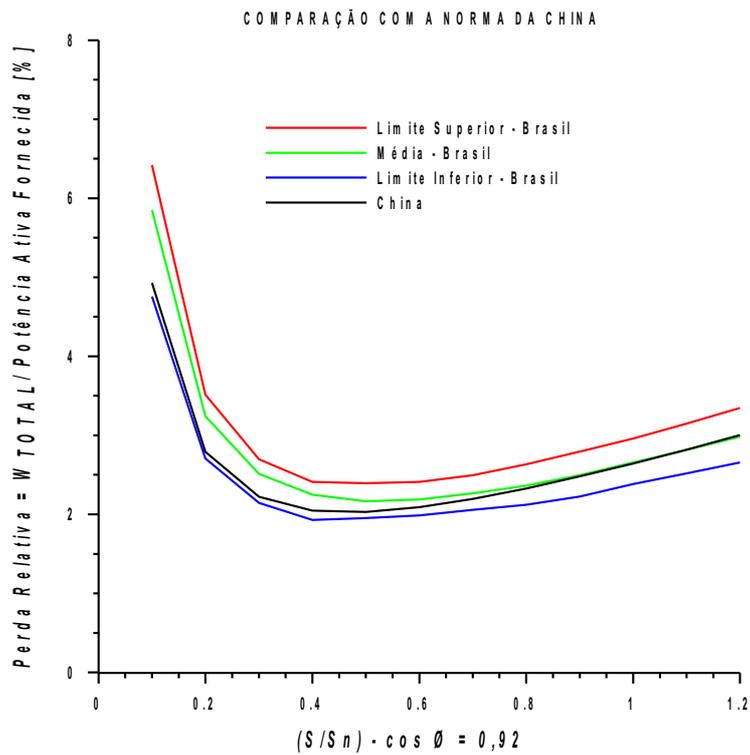


Figura - Comparação das entre o padrão China e o Padrão Brasil para 30 kVA.

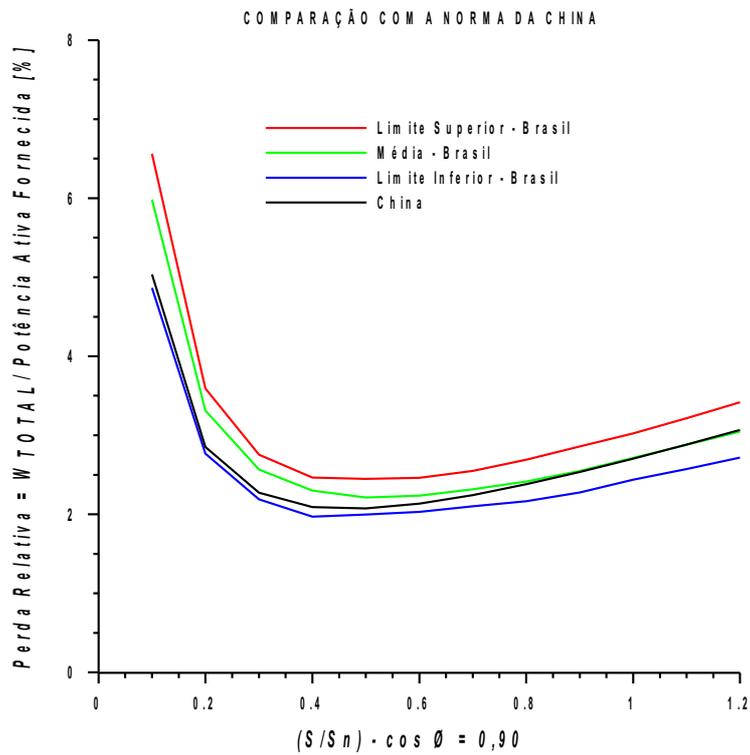


Figura - Comparação das entre o padrão China e o Padrão Brasil para 30 kVA.

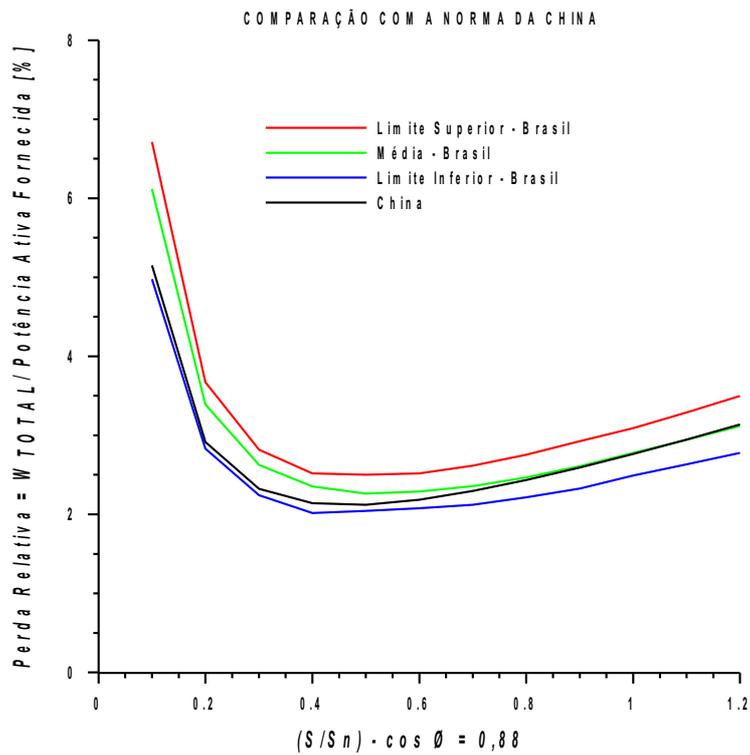


Figura - Comparação das entre o padrão China e o Padrão Brasil para 30 kVA.

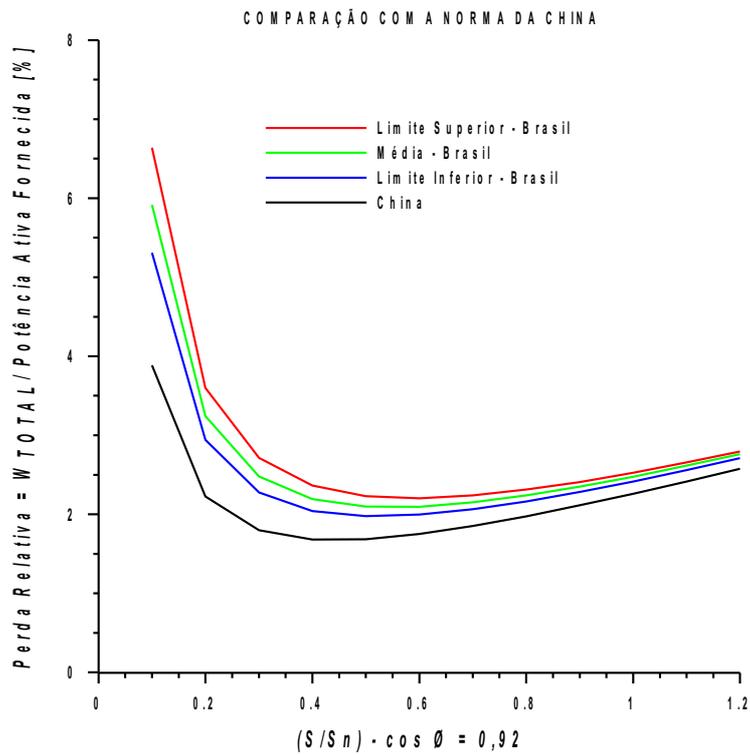


Figura - Comparação das entre o padrão China (50 kVA) e o Padrão Brasil (45 kVA).

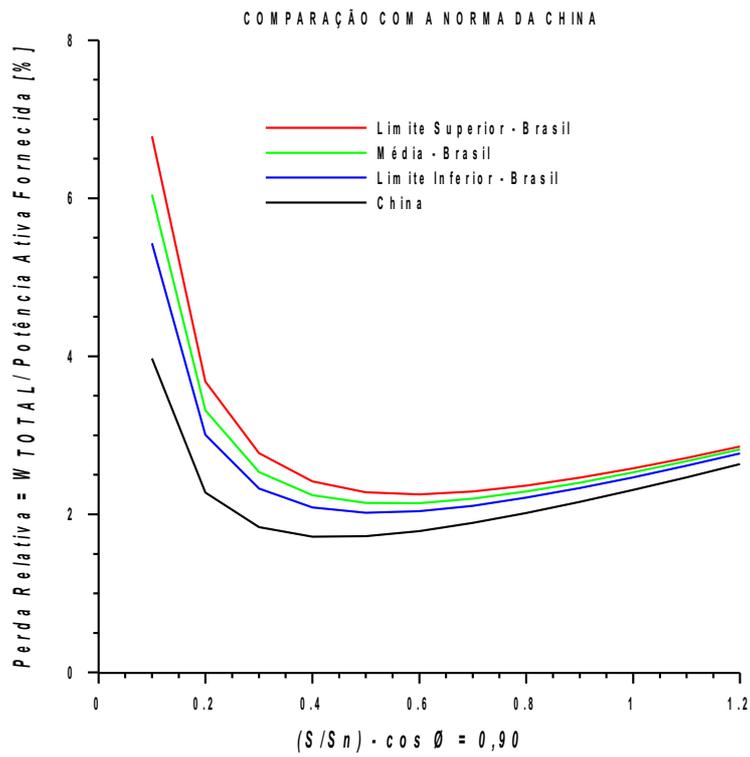


Figura - Comparação das entre o padrão China (50 kVA) e o Padrão Brasil (45 kVA).

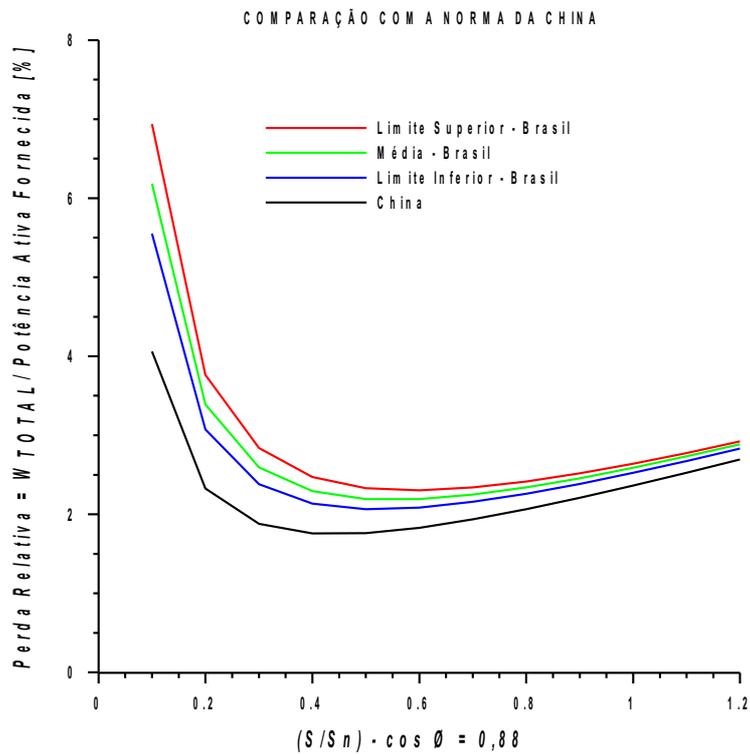


Figura - Comparação das entre o padrão China (50 kVA) e o Padrão Brasil (45 kVA).

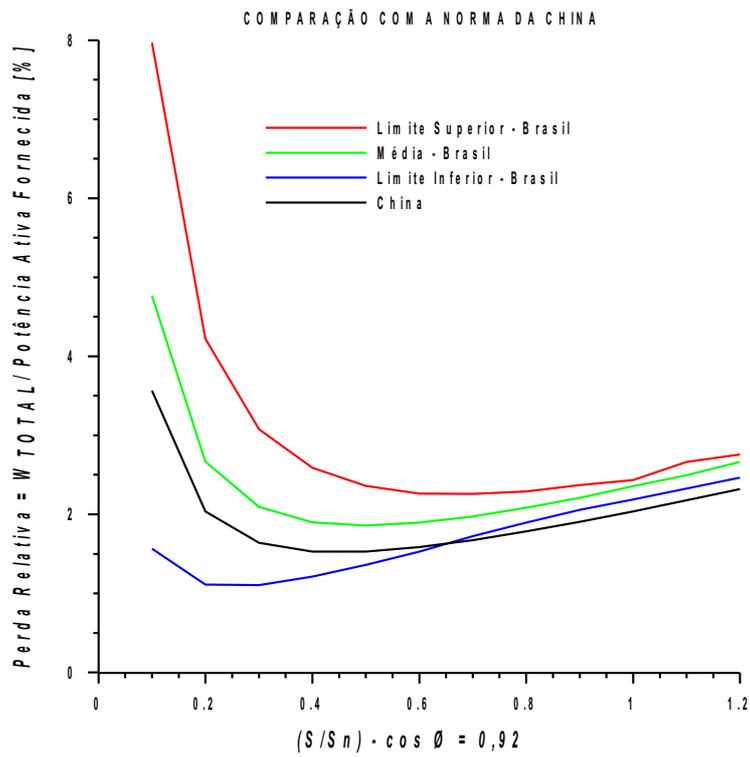


Figura - Comparação das entre o padrão China (80 kVA) e o Padrão Brasil (75 kVA).

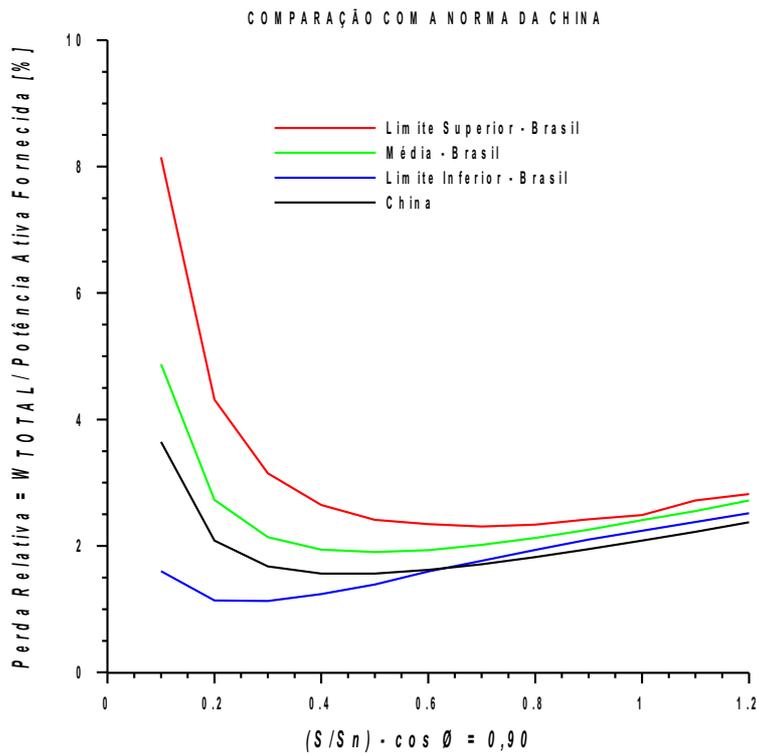


Figura - Comparação das entre o padrão China (80 kVA) e o Padrão Brasil (75 kVA).

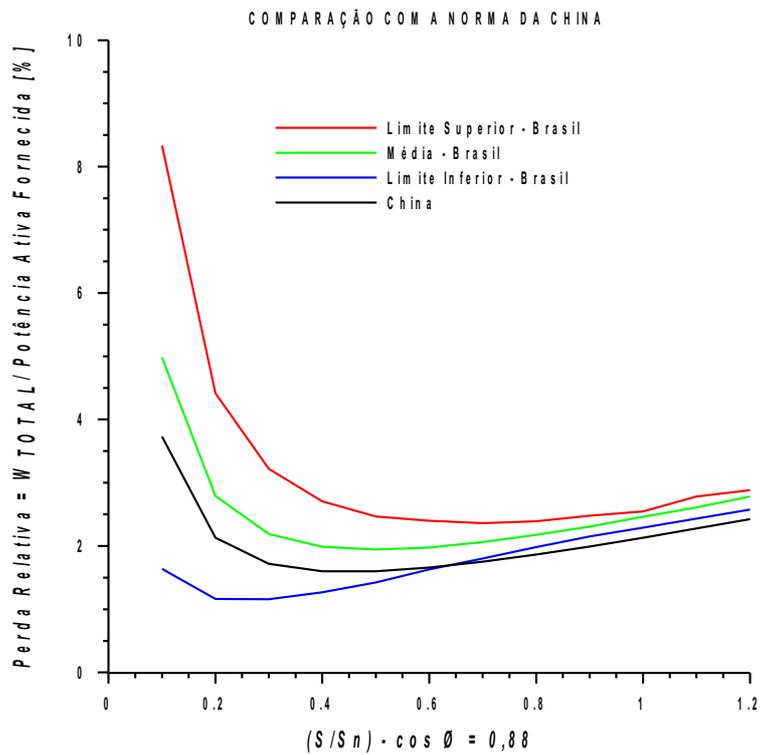


Figura - Comparação das entre o padrão China (80 kVA) e o Padrão Brasil (75 kVA).

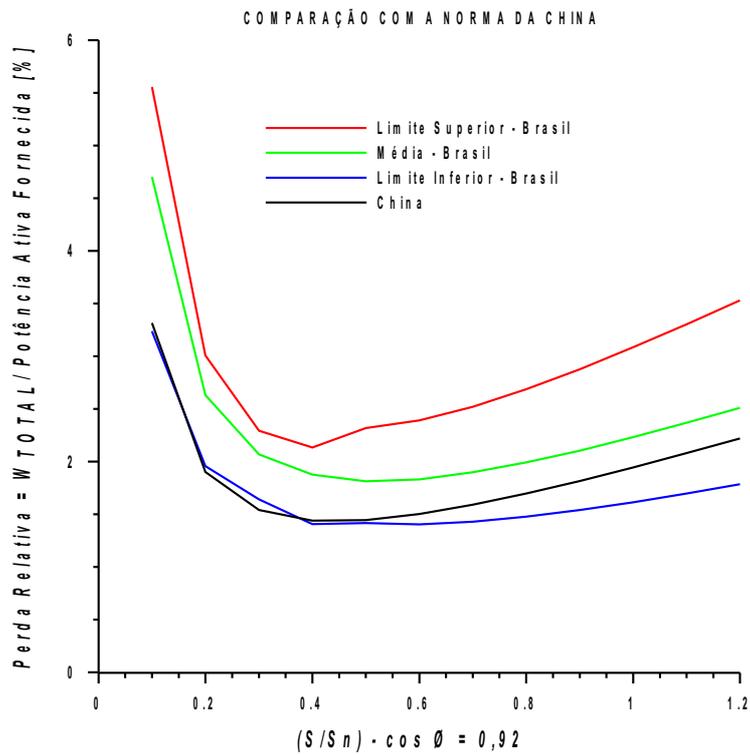


Figura - Comparação das entre o padrão China (100 kVA) e o Padrão Brasil (112,5 kVA).

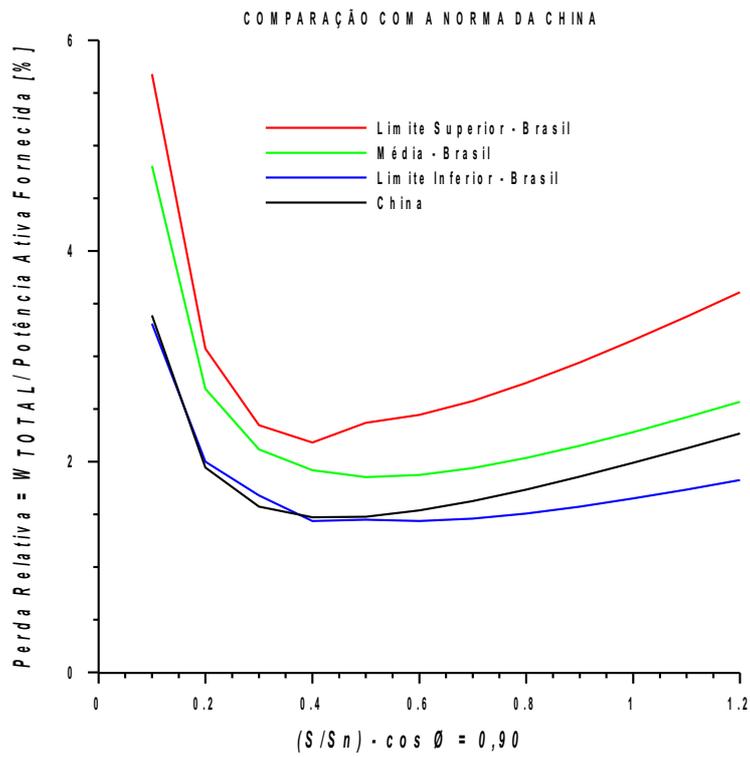


Figura - Comparação das entre o padrão China (100 kVA) e o Padrão Brasil (112,5 kVA).

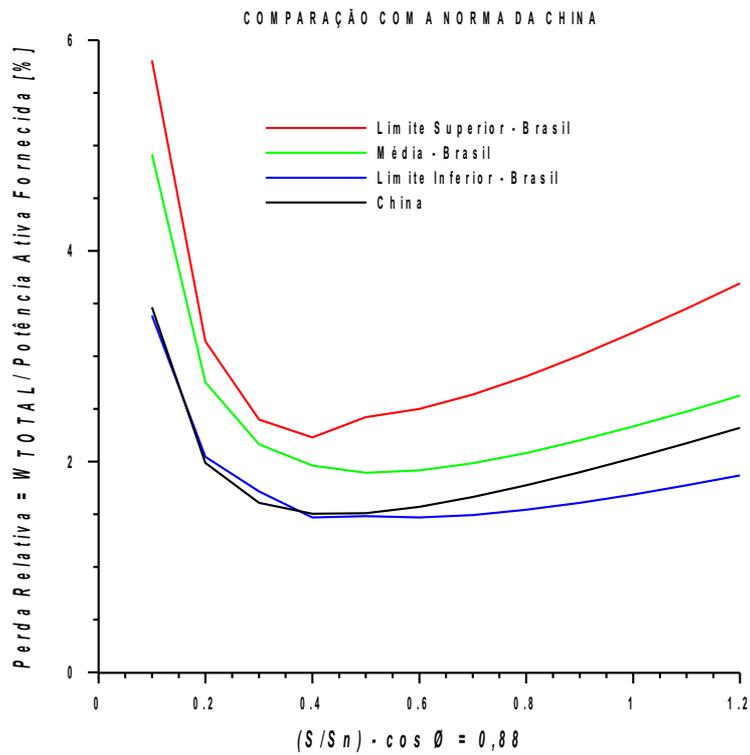


Figura - Comparação das entre o padrão China (100 kVA) e o Padrão Brasil (112,5 kVA).

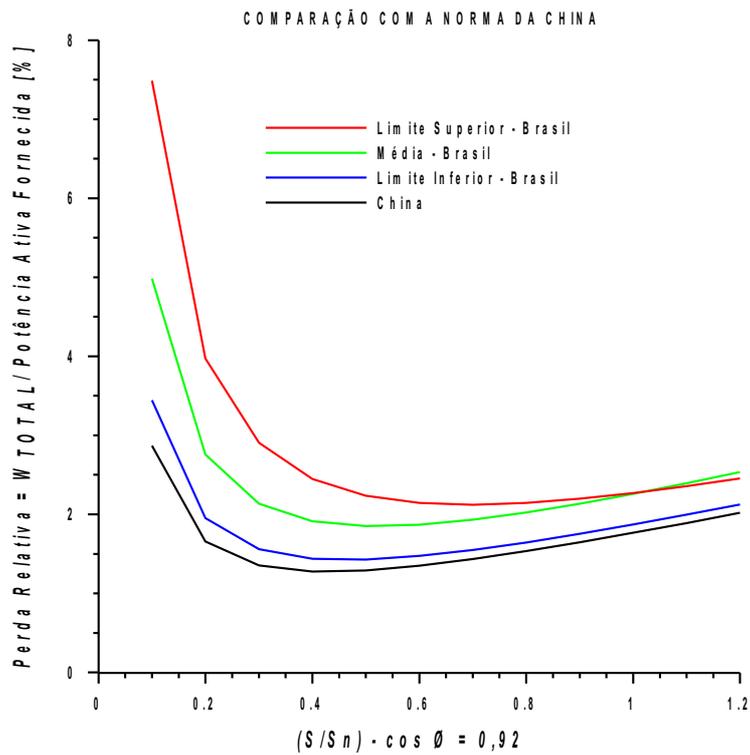


Figura - Comparação das entre o padrão China (160 kVA) e o Padrão Brasil (150 kVA).

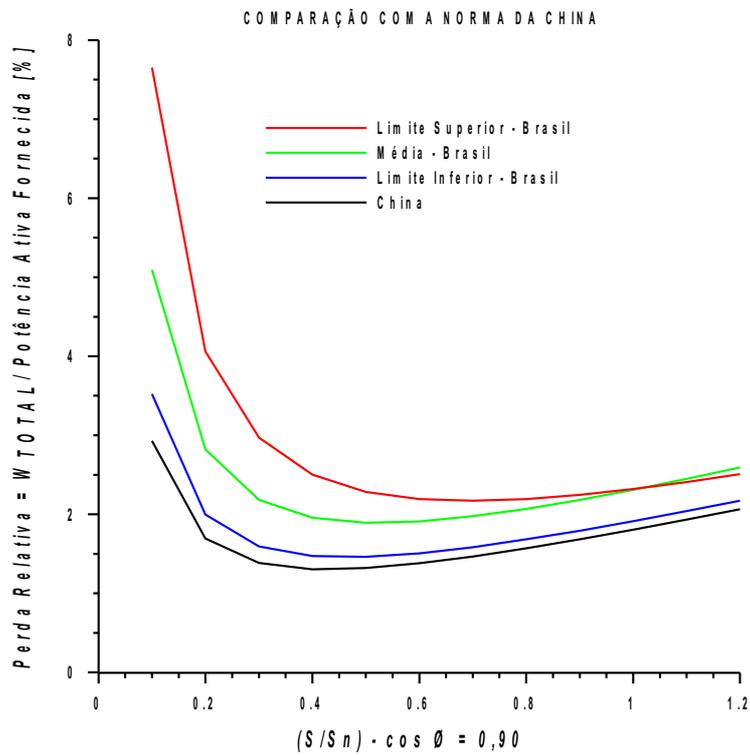


Figura - Comparação das entre o padrão China (160 kVA) e o Padrão Brasil (150 kVA).

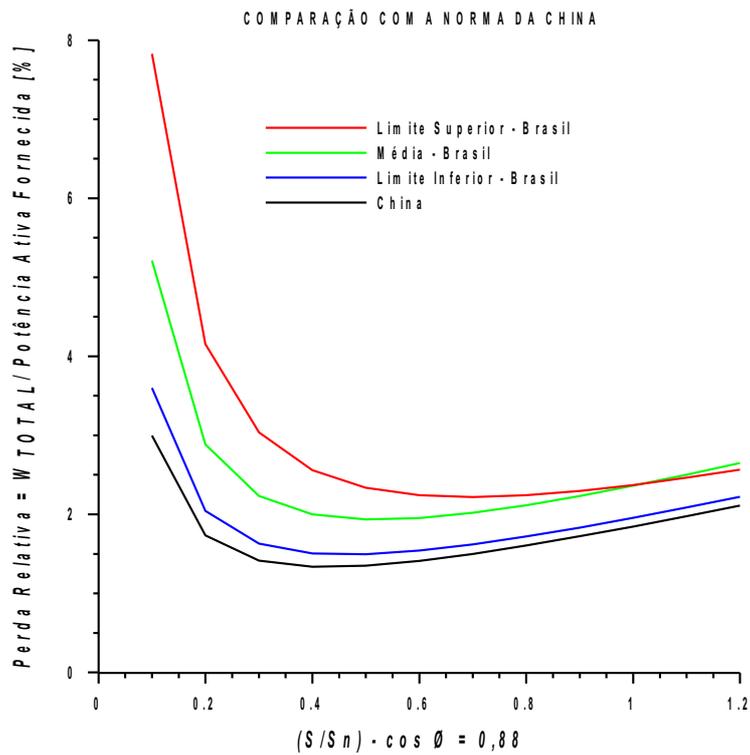


Figura - Comparação das entre o padrão China (160 kVA) e o Padrão Brasil (150 kVA).

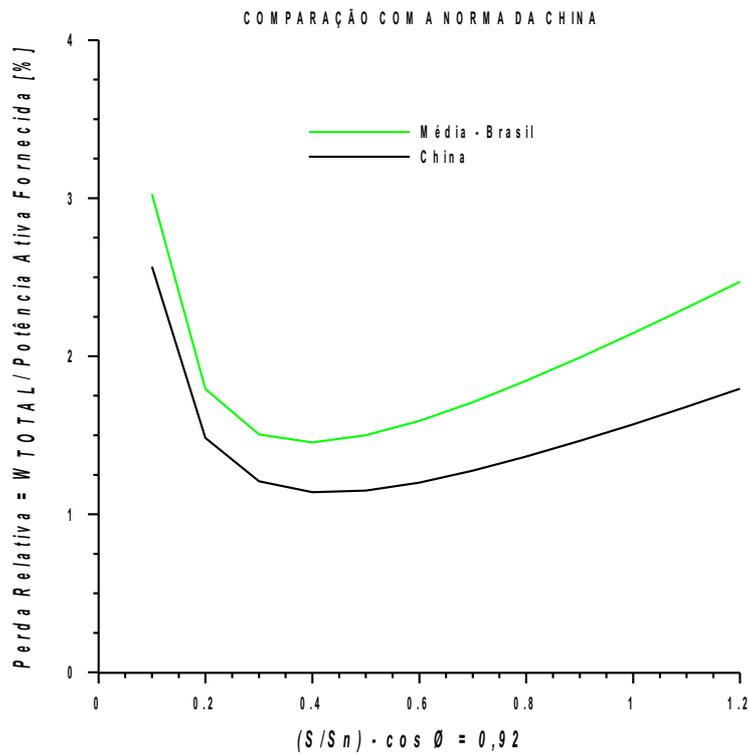


Figura - Comparação das entre o padrão China (250 kVA) e o Padrão Brasil (225 kVA).

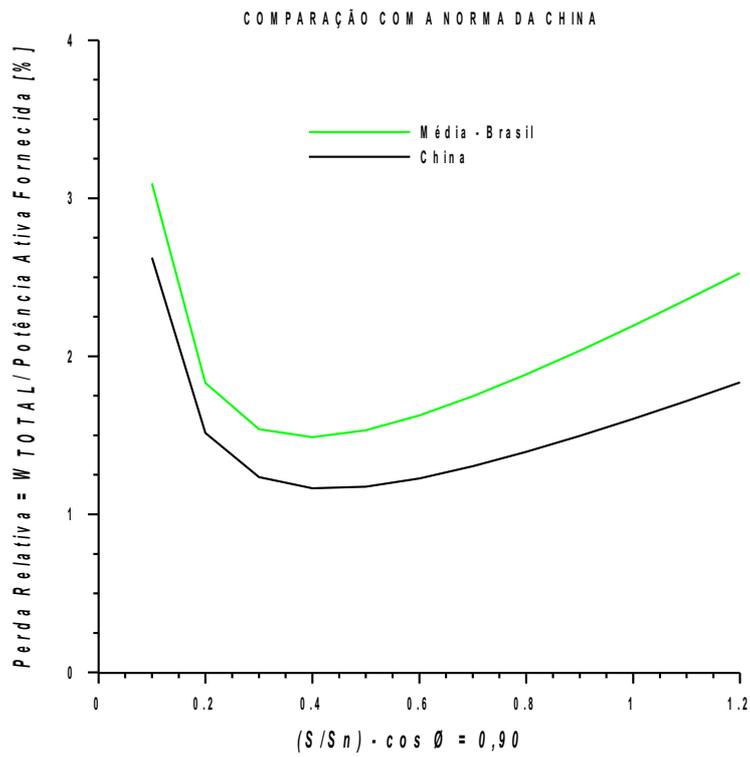


Figura - Comparação das entre o padrão China (250 kVA) e o Padrão Brasil (225 kVA).

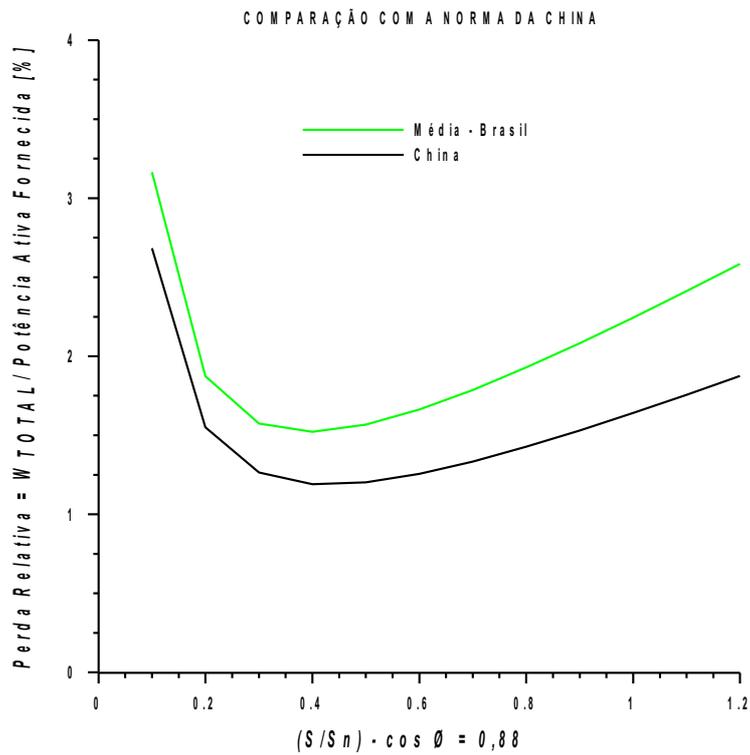


Figura - Comparação das entre o padrão China (250 kVA) e o Padrão Brasil (225 kVA).

Comparação de eficiência entre transformadores nacionais e a norma nacional da China - GB/T
– 6451 - 1999

Estado: Reformado
Tipo de alimentação: Trifásica
Classe de isolamento: 25KV
Potências: 15kVA, 30kVA, 45kVA e 75kVA

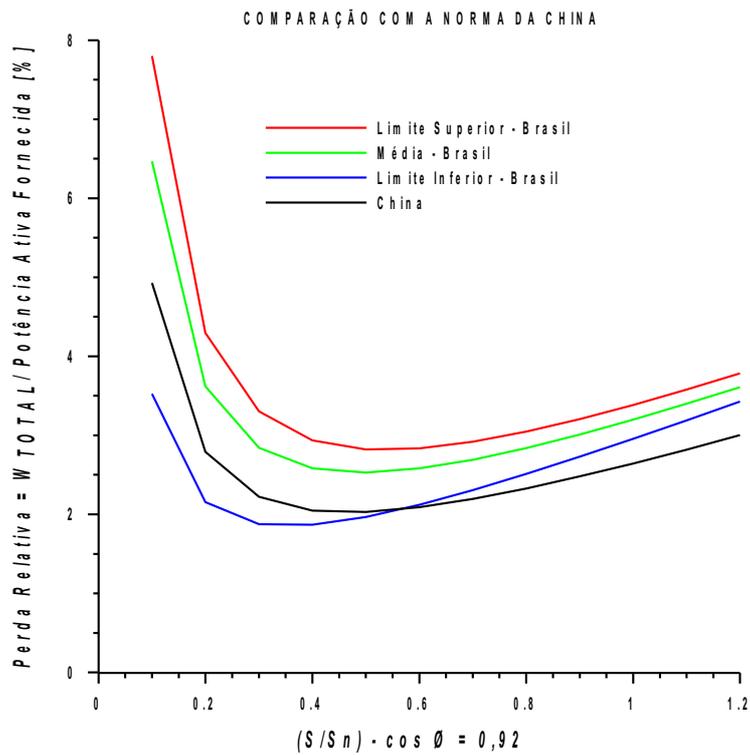


Figura - Comparação das entre o padrão China (16 kVA) e o Padrão Brasil (15 kVA).

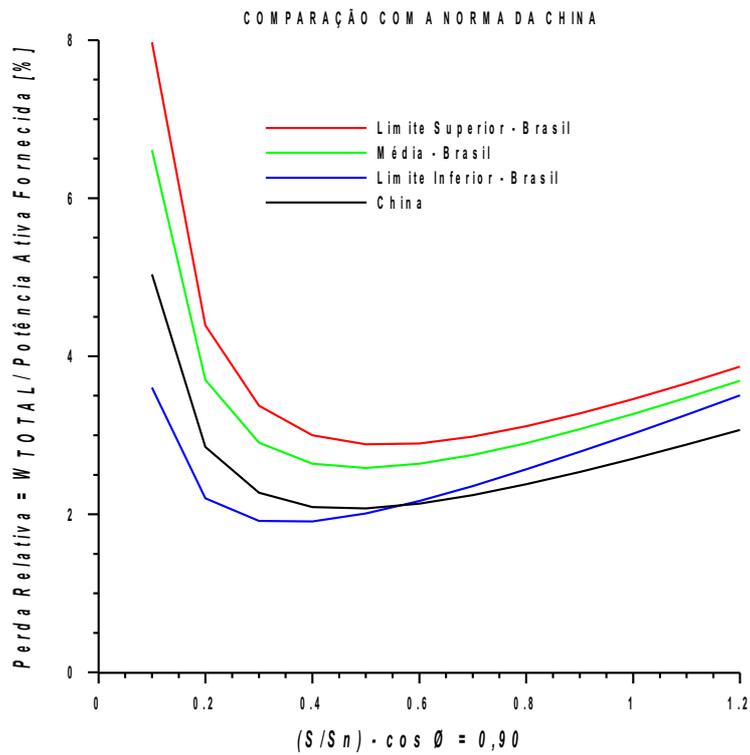


Figura - Comparação das entre o padrão China (16 kVA) e o Padrão Brasil (15 kVA).

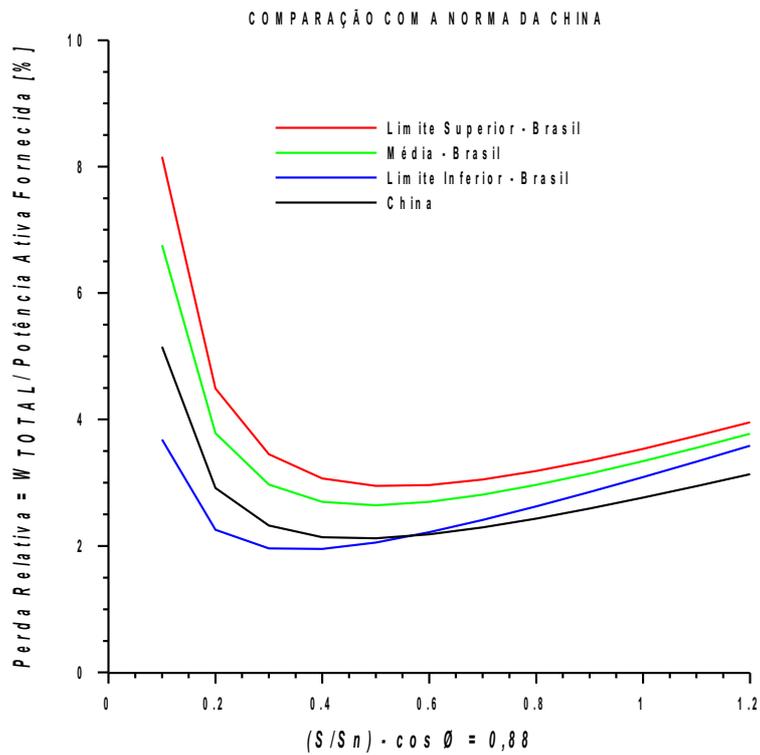


Figura - Comparação das entre o padrão China (16 kVA) e o Padrão Brasil (15 kVA).

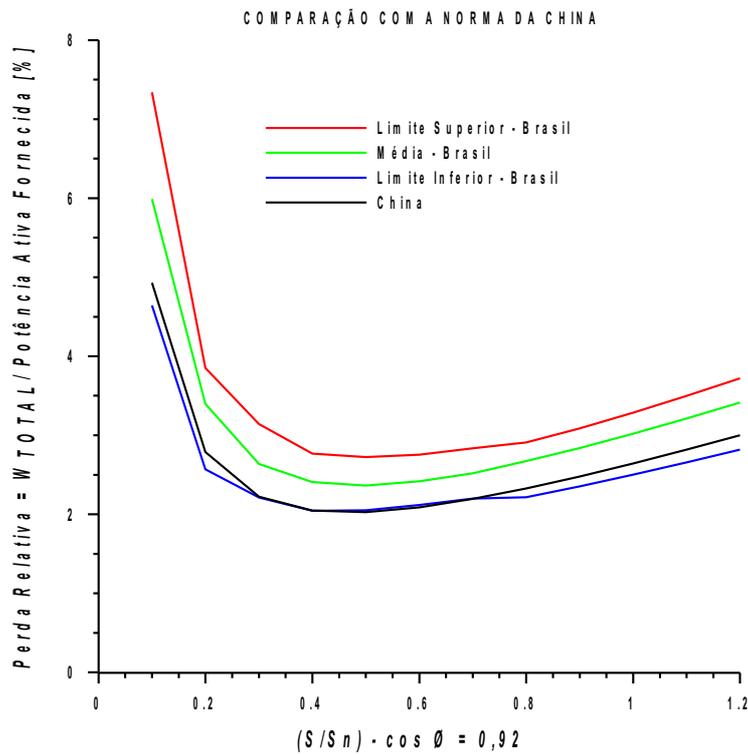


Figura - Comparação das entre o padrão China e o Padrão Brasil para 30 kVA.

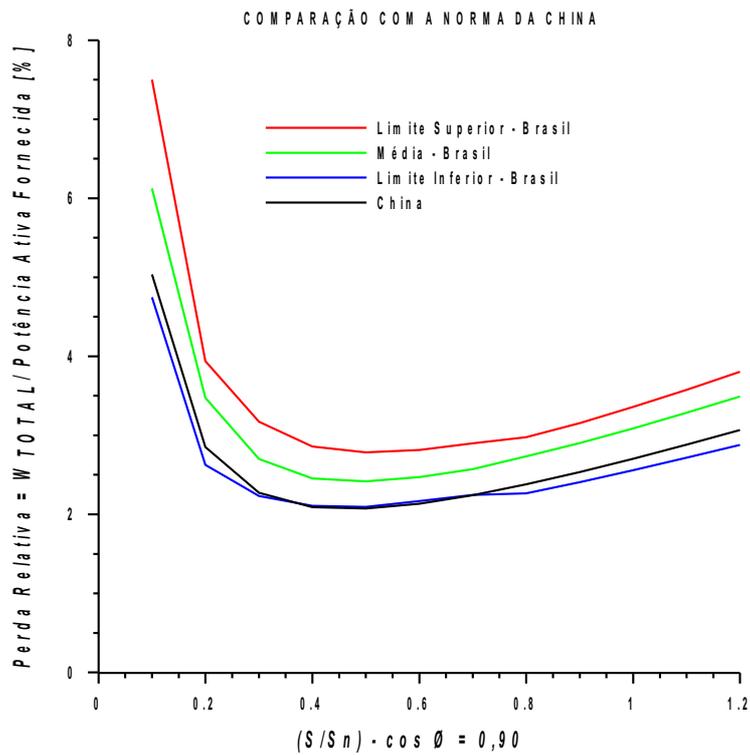


Figura - Comparação das entre o padrão China e o Padrão Brasil para 30 kVA.

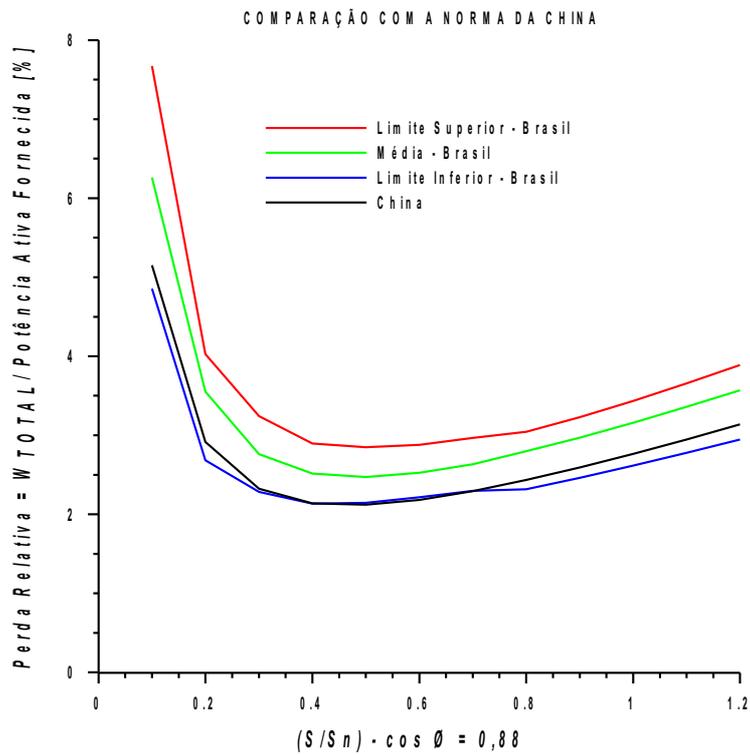


Figura - Comparação das entre o padrão China e o Padrão Brasil para 30 kVA.

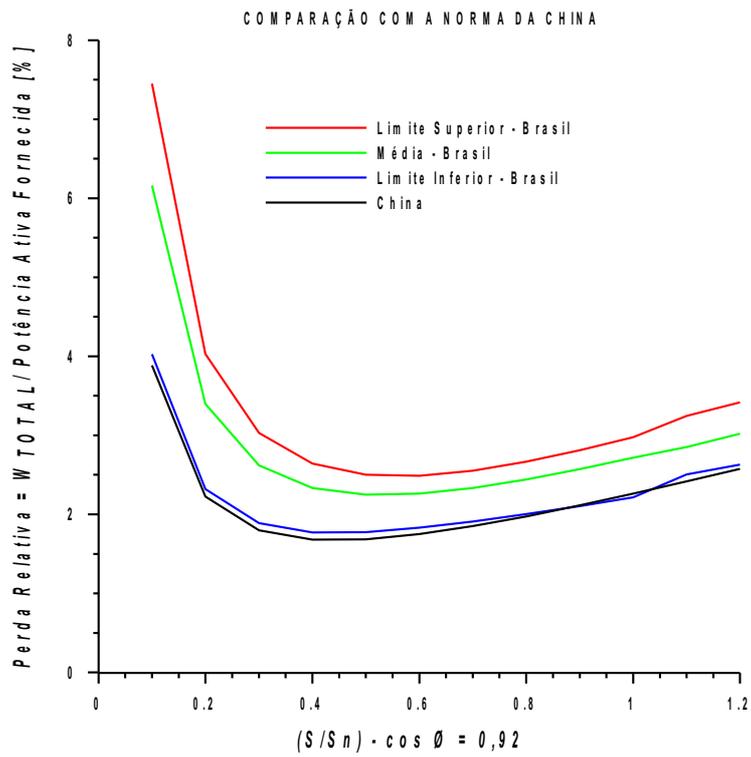


Figura - Comparação das entre o padrão China (50 kVA) e o Padrão Brasil (45 kVA).

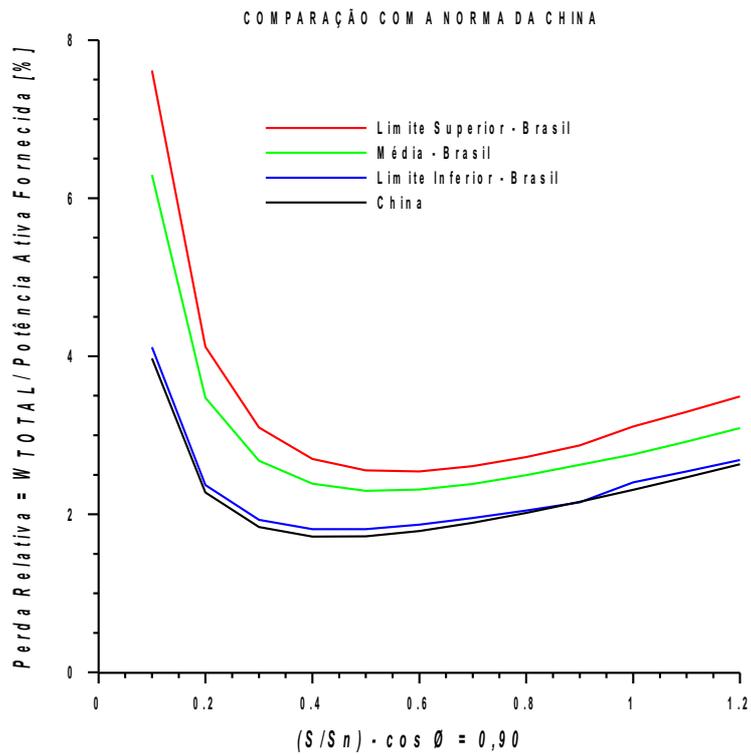


Figura - Comparação das entre o padrão China (50 kVA) e o Padrão Brasil (45 kVA).

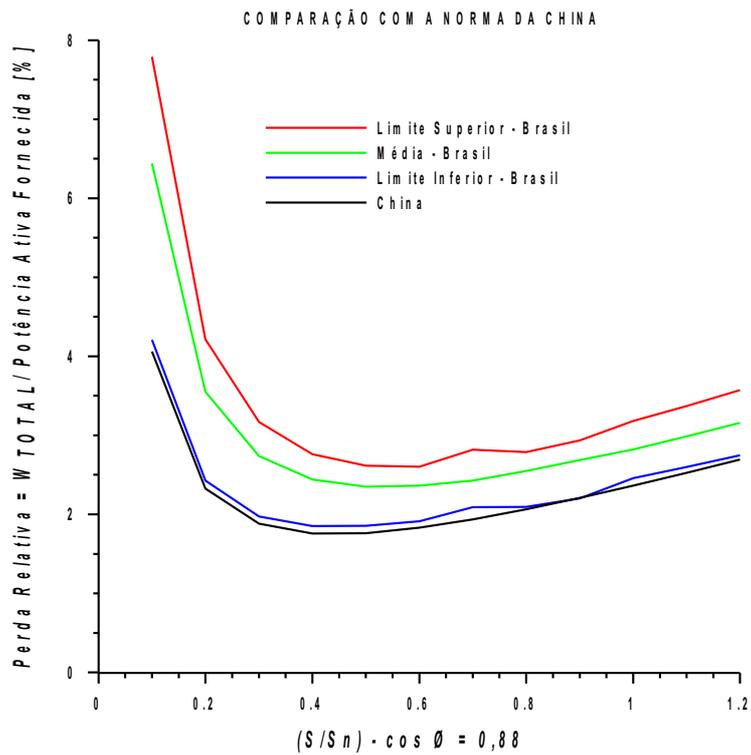


Figura - Comparação das entre o padrão China (50 kVA) e o Padrão Brasil (45 kVA).

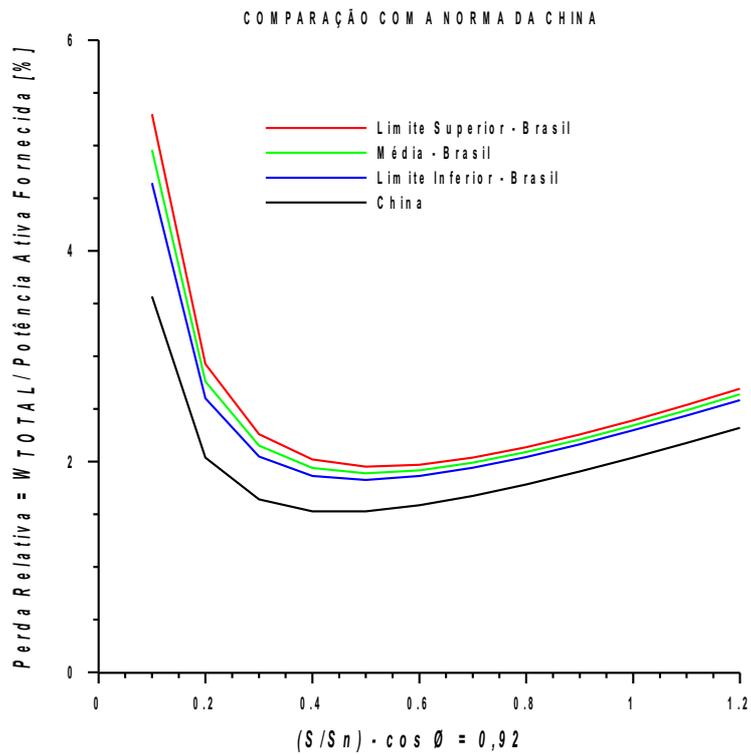


Figura - Comparação das entre o padrão China (80 kVA) e o Padrão Brasil (75 kVA).

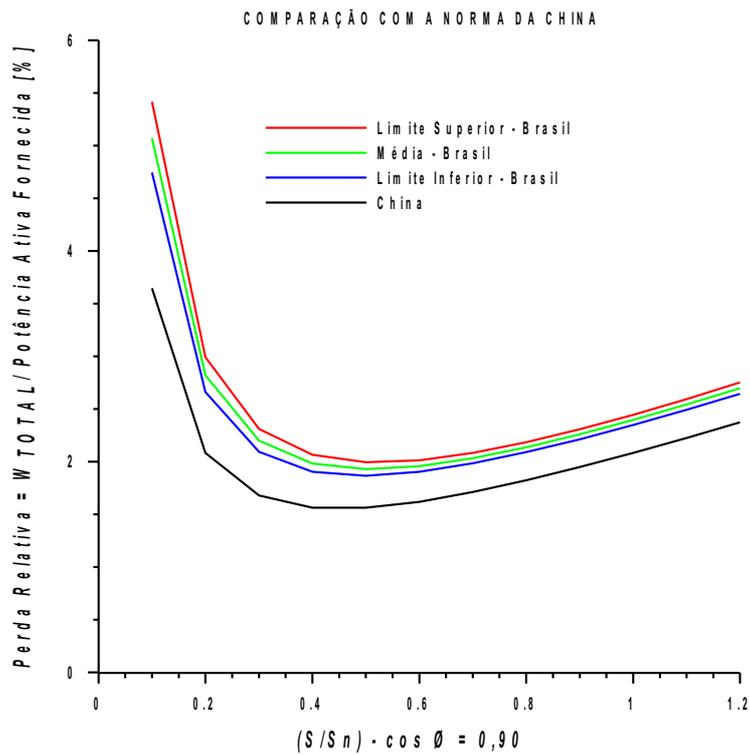


Figura - Comparação das entre o padrão China (80 kVA) e o Padrão Brasil (75 kVA).

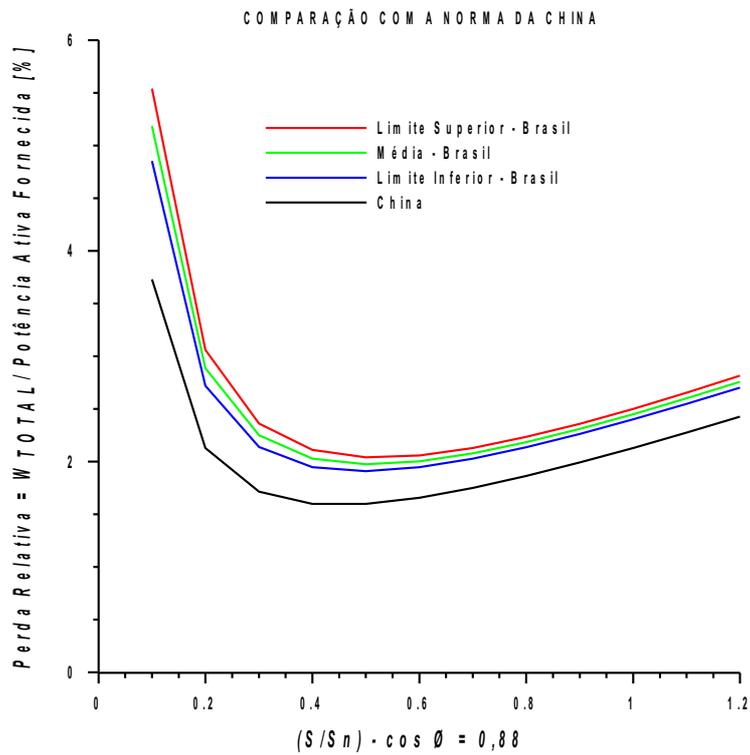


Figura - Comparação das entre o padrão China (80 kVA) e o Padrão Brasil (75 kVA).