

Capítulo vX

Consumidores por transformador

Por Manuel Luis Barreira Martinez*

Em continuidade à avaliação de cargas iniciada alguns capítulos atrás, especialmente o artigo publicado na edição anterior, a Figura 1, a seguir, mostra a quantidade de clientes separados por tipo de consumo para os transformadores monofásicos de 30 kVA, 45 kVA, 75 kVA e 122,5 kVA, respectivamente.

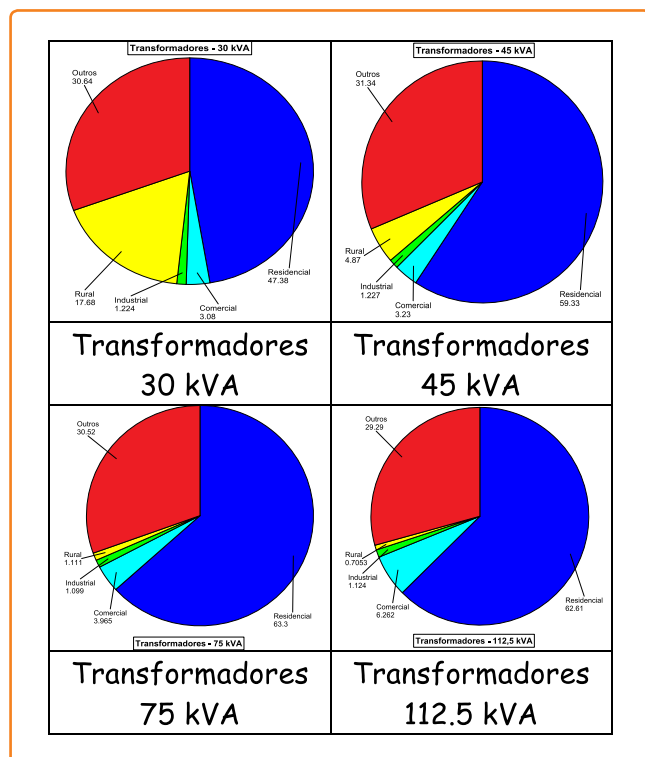


Figura 1 – Quantidade de clientes por tipo.

Observa-se como usual nos sistemas de distribuição no Brasil o predomínio de clientes urbanos para praticamente todas as classes de potência de transformadores trifásicos e a quantidade reduzida de clientes rurais, industriais e comerciais para pelo menos três níveis de potência de transformadores avaliados.

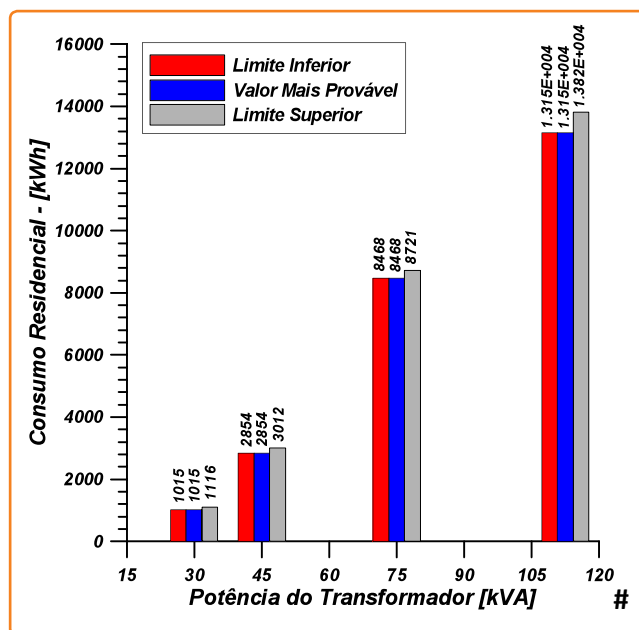


Figura 2 – Limites do valor mais provável para consumo residencial.

Observa-se nas Figuras 2 a 7 que existe uma predominância de consumidores classificados como residenciais e outros para os transformadores trifásicos analisados, conforme dados cadastrados do Banco de Dados. Também é possível observar o grau de importância existente para os consumidores rurais alimentados por transformadores de 30 kVA.

Conforme mostrado, não existem superposições de limites de confiança do valor mais provável “médio” para os padrões de consumo para todas as classes de potência. Isto é uma excelente indicação da distribuição das cargas pelos níveis de potência nominal dos transformadores avaliados. Também se observa que o carregamento das unidades é crescente, outro fator de suma importância para a utilização e, portanto, avaliação dos ativos.

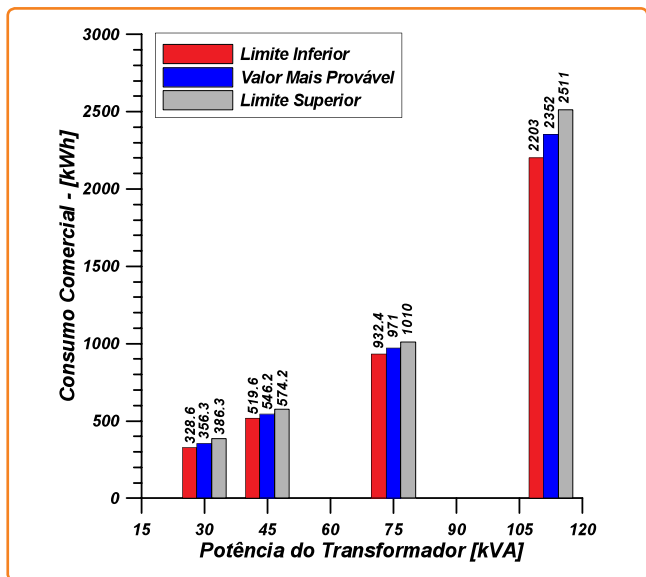


Figura 3 – Limites do valor mais provável para consumo comercial.

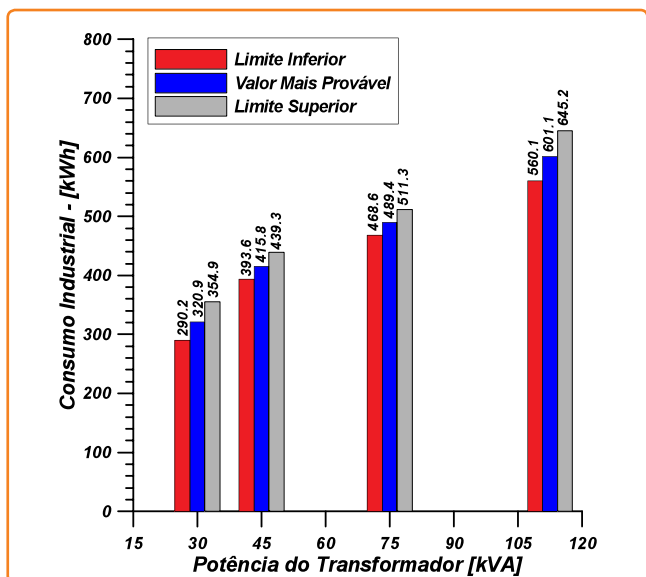


Figura 4 – Limites de valor mais provável para consumo industrial.

Com respeito aos padrões de consumo industrial e rural, verifica-se nas Figuras 4 e 5 a existência de "quase" superposições dos limites de confiança do valor mais provável "médio" para os transformadores de 45 kVA e 75 kVA, consumo industrial de 75 kVA e 112,5 kVA.

Nota: Os valores mais prováveis "médios" observados dependem dos modelos estatísticos escolhidos. Deste modo, são esperadas ligeiras variações nos dados em tabelas e figuras caso as distribuições escolhidas sejam distintas das adotadas. Alguns valores lançados nesta análise são notoriamente "outliers" que deveriam ter sido excluídos, quando de uma análise crítica inicial dos dados. O mesmo é válido quando se analisam os valores das potências nominais das unidades que, em alguns casos, assumem valores nunca padronizados. Este último ponto precisa ser muito avaliado, pois implica em expurgos de valores por falta de confiabilidade.

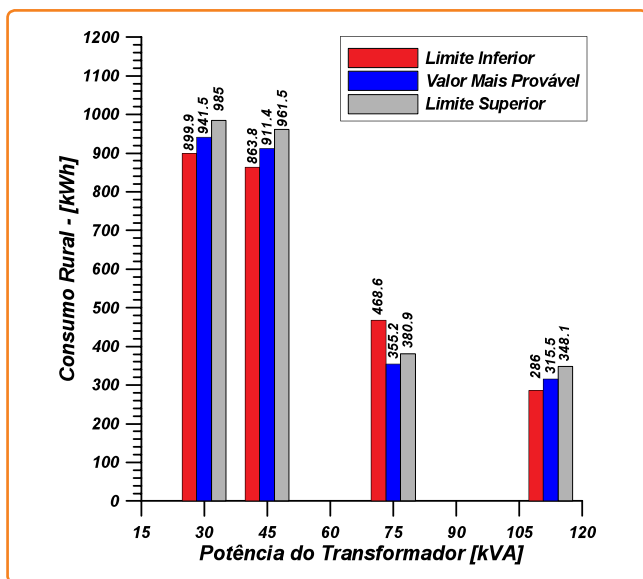


Figura 5 – Limites de valor mais provável para consumo rural

Quando se considera o universo dos transformadores trifásicos, Figura 7, como um todo é possível observar a ausência de superposição dos limites de confiança do valor mais provável “médio” do consumo.

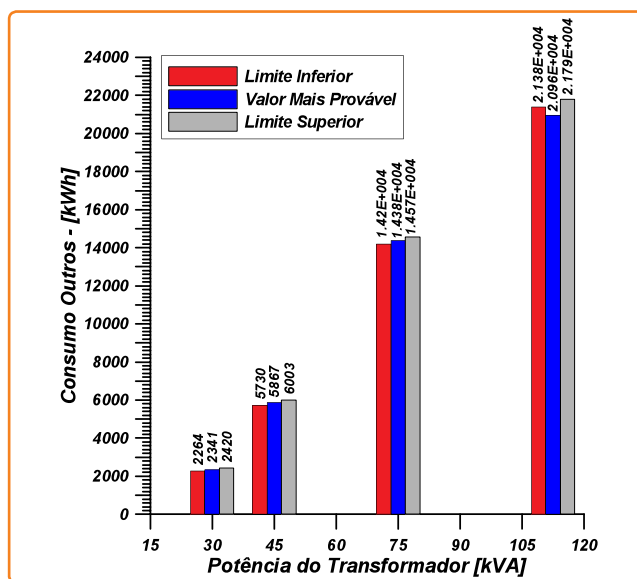


Figura 7 – Limites de valor mais provável para o transformador.

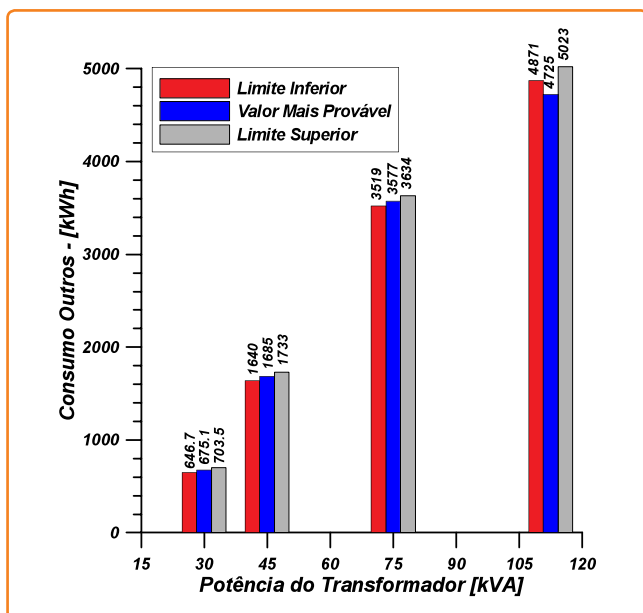


Figura 6 – Limites de valor mais provável para outros consumos.

Deste modo, assume-se como adequado dividir a classe de transformadores trifásicos em suas respectivas potências nominais. Também se observa o crescimento monotômico do carregamento dos transformadores, o que indica sua correta divisão de carga.

A Figura 8 mostra os limites para o valor mais provável para a "demanda máxima" fornecida pelos transformadores existentes no Banco de Dados avaliado, em que também se observa o crescimento monotômico do carregamento.

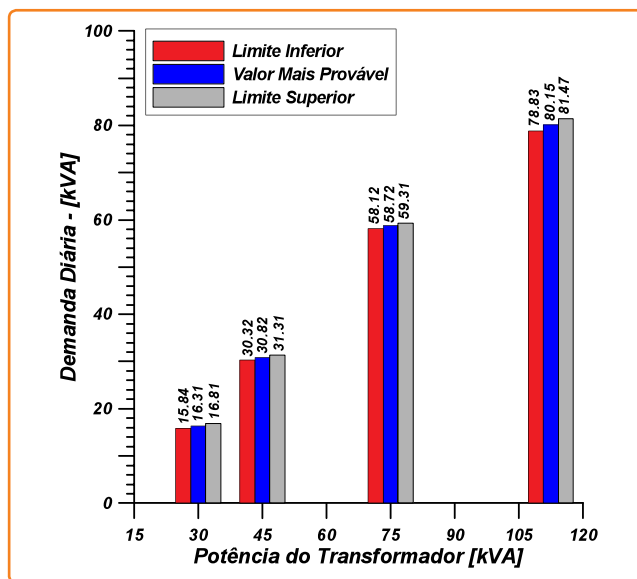


Figura 8 – Limites de valor mais provável para a demanda máxima fornecida pelos transformadores.

Aplicando-se a Equação 1 aos dados da Figura 8, mantendo-se os limites admitidos para os transformadores monofásicos, ou seja, uma relação entre a potência nominal e a demanda máxima igual a 0,50, um fator de carregamento máximo de 1,2 e uma taxa de crescimento anual de carga de 4% verifica-se que os transformadores de 30 kVA possuem uma expectativa de vida média de aproximadamente 20 anos, os de 45 kVA de 14 anos, já os de 75 kVA de 11 anos e, finalmente, os de 112,5 kVA de 13 anos. Em termos gerais, isto implica reavaliar os valores de sobrecarregamento ou, corretamente, os valores da taxa de crescimento de carga e sua expectativa futura. Assim sendo, dentro do contexto considerado, os transformadores de 45 kVA, 75 kVA e 112,5 kVA apresentam uma expectativa de vida útil dentro de dois ou três períodos da revisão tarifária, o que pode indicar alguma necessidade de planejamento de médio prazo.

TABELA 1 – MODELO ESTATÍSTICO PARA A DEMANDA MÁXIMA DOS TRANSFORMADORES AVALIADOS

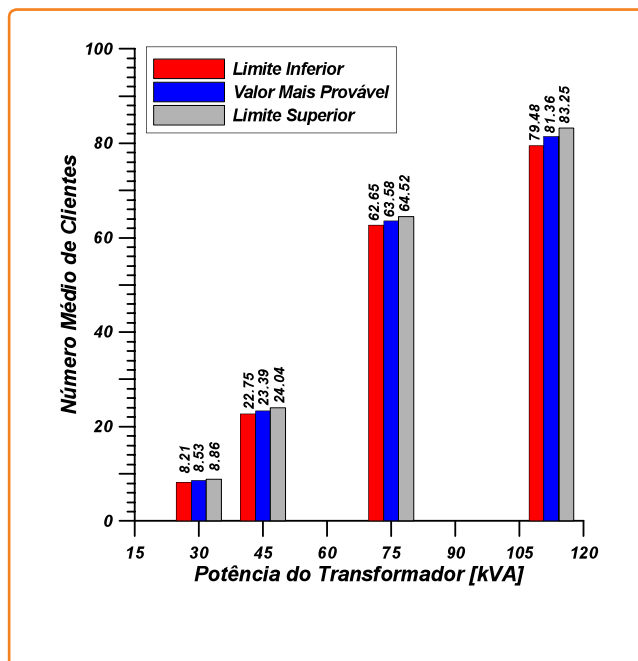
Carga [p.u.]	Demanda							
	Diurna [%]				Noturna [%]			
	30	45	75	112.5	30	45	75	112.5
<0,40	<43	<22	<15	<16	<44	<25	<18	<22
<0,70	<69	<48	<43	<50	<71	<54	<53	<66
<1,00	<84	<74	<76	<84	<86	<82	<85	<94
<1,20	<91	<86	<90	<95	<92	<92	<95	<99
<1,40	<95	<94	<97	<99	<96	<97	<99	<99

Conforme mostra a Tabela 1, 16% dos transformadores de 30 kVA apresentam, em média, demanda máxima diurna superior à potência nominal. Em termos de demanda máxima noturna, este nível desce para 14%. Com relação a um carregamento de 1,2 vezes a potência nominal, as demandas máximas diurnas e noturnas são superadas em 9% e 8% dos casos, respectivamente. Finalmente, com relação a um carregamento de 1,4 vezes a potência nominal, as demandas máximas diurnas e noturnas são superadas em 5% e 4% dos casos, respectivamente. Raciocínio similar pode ser aplicado aos transformadores trifásicos de 45 kVA; 75 kVA e 112,5 kVA.

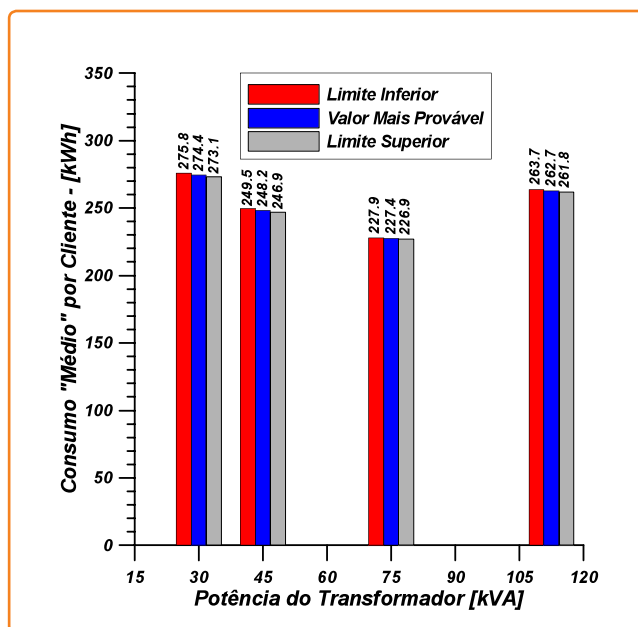
Para os transformadores de 45 kVA observa-se que 26% e 18% das unidades apresentam, em média, demandas máximas diurnas e noturnas superiores a potência nominal. Com relação a um carregamento de 1,2 vezes a potência nominal, as demandas máximas diurnas e noturnas são superadas em 14% e 8% dos casos, respectivamente. Finalmente, com relação a um carregamento de 1,4 vezes a potência nominal, as demandas máximas diurnas e noturnas são superadas em 6% e 3% dos casos, respectivamente.

Com respeito aos transformadores de 75 kVA observa-se que 24% e 15% das unidades apresentam, em média, demandas máximas diurnas e noturnas superiores à potência nominal. Com relação a um carregamento de 1,2 vezes a potência nominal, as demandas máximas diurnas e noturnas são superadas em 10% e 5% dos casos, respectivamente. Finalmente, com relação a um carregamento de 1,4 vezes a potência nominal, as demandas máximas diurnas e noturnas são superadas em 3% e 1% dos casos, respectivamente.

Segundo a Figura 9, o valor mais provável para o número de consumidores por transformador de 30 kVA é 8,53


Figura 9 – Limites de valor mais provável para o número médio dos consumidores dos transformadores.

consumidores e de 23,39 consumidores para os de 45 kVA. Os limites estatísticos superiores e inferiores estão situados entre 8,21 e 8,86 consumidores, respectivamente, para os transformadores de 30 kVA e entre 22,75 e 24,04 consumidores, respectivamente, para os transformadores de 45 kVA.


Figura 10 – Consumo mais provável "médio" por cliente – consumidor.

Já o valor mais provável para o número de consumidores por transformador de 75 kVA é 63,58 consumidores e de 81,36 consumidores para os de 112,5 kVA. Os limites estatísticos inferiores e superiores situados entre 62,65 e 64,52 consumidores para os transformadores de 75 kVA e entre 79,48 e 83,25 consumidores para

os transformadores de 112,5 kVA.

A Figura 10 mostra que, em termos de consumo mais provável “médio”, é possível agrupar os consumidores conectados aos transformadores de 30 kVA, 45 kVA, 75 kVA e 112,5 kVA em um único grupo para análise. Isto, em parte, confirma a frase comumente aceita nas concessionárias: “os consumidores possuem

comportamento médio similar”. Esta afirmação tem por base o fato da dominância de uma das atividades - consumo no contexto da energia suprida pelos transformadores, ou seja, “clientes residenciais”, bem como o fato do elevado número de clientes conectados aos transformadores, o que limita a influência da diversidade de carga. Esses pontos não são observados quando de transformadores monofásicos.

Como mostra a Figura 11, o fator de carga médio dos transformadores trifásicos é superior ao dos monofásicos e próximo ao padrão “assumido de 0,50”.

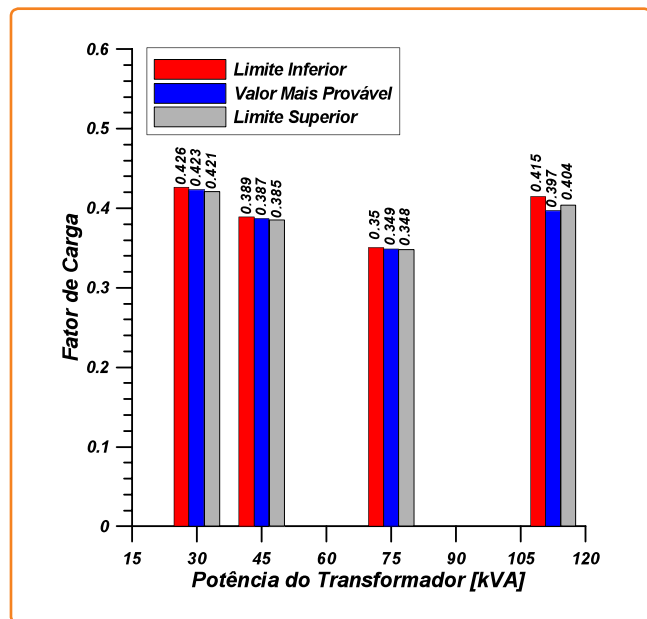


Figura 11 – Fator de carga mais provável “médio” por transformador.

Manuel Luís Barreira Martinez possui graduação e mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Itajubá e doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade de São Paulo. Atualmente, é professor associado da Universidade Federal de Itajubá. Tem experiência na área de engenharia elétrica, com ênfase em equipamentos, materiais elétricos, distribuição de energia elétrica e técnicas em alta tensão. É autor e coautor de 350 artigos em revistas e seminários, associados a trabalhos de engenharia e 45 orientações de mestrado e doutorado. Atua, principalmente, nos seguintes segmentos: métodos de ensaios, ensaios dielétricos, para-raios para sistemas de média e alta tensão e equipamentos elétricos.

CONTINUA NA PRÓXIMA EDIÇÃO

Acompanhe todos os artigos deste fascículo em
www.osetoreletrico.com.br
 Dúvidas, sugestões e comentários
 podem ser encaminhados para
redacao@atitudeeditorial.com.br