

# Painéis e Barramentos: **As antigas tabelas de capacidade de corrente mudaram para muito melhor !!!**

... mas muitos projetistas estão desatualizados.

Link Portugues <https://www.cognitor.com.br/OldTablesPOR.pdf> \*\*\*\*\*

English version <https://www.cognitor.com.br/OldTablesENG.pdf>

**Autor:** Sergio Feitoza Costa

**COGNITOR – Consultoria, P&D e Treinamento.**

Keywords: Substations, Optimization, Switchgear, design, reduction of costs, validation, High Power, Testing, Laboratory, Simulations, Calculations, IEC Standards, Busbar systems, Internal Arcs, Overpressures, Temperature rise, Electrodynamical stresses, short time currents, Magnetic Fields

## AS VELHAS TABELAS

226

Table 6-34 (continued)

Copper conductors of rectangular cross-section in indoor installations; ambient temperature 35 °C, conductor temperature 65 °C. Conductor width vertical; clearance between conductors equal to conductor thickness; with alternating current, phase centre-line distance  $\geq (4 \text{ to } 6) \times$  clearance between phases

Width × thickness	Cross-section	Weight <sup>1)</sup>	Material <sup>2)</sup>	Continuous current in A a.c. up to 60 Hz				Continuous current in A d.c. and a.c. 16 2/3 Hz										
				bare no. of conductors				bare no. of conductors										
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4			
50 × 5	249	2.22	E-Cu F 37	697	1140	1330	2010	583	994	1260	1920	703	1170	1370	588	1020	1300	
50 × 10	499	4.44	E-Cu F 30	1020	1720	2320	2950	852	1510	2040	2600	1050	1830	2360	875	1610	2220	
60 × 5	299	2.66	E-Cu F 30	826	1330	1510	2310	688	1150	1440	2210	836	1370	1580	696	1190	1500	1970
60 × 10	599	5.33	E-Cu F 30	1180	1960	2610	3290	989	1720	2300	2900	1230	2130	2720	1020	1870	2570	3390
80 × 5	399	3.55	E-Cu F 30	1070	1680	1830	2830	885	1450	1750	2720	1090	1770	1990	902	1530	1890	2460
80 × 10	799	7.11	E-Cu F 30	1500	2410	3170	3930	1240	2110	2790	3450	1590	2730	3420	1310	2380	3240	4280
100 × 5	499	4.44	E-Cu F 30	1300	2010	2150	3300	1080	1730	2050	3190	1340	2160	2380	1110	1810	2270	2960
100 × 10	988	8.89	E-Cu F 30	1810	2850	3720	4530	1490	2480	3260	3980	1940	3310	4100	1600	2890	3900	5150
120 × 10	1200	10.7	E-Cu F 30	2110	3280	4270	5130	1740	2860	3740	4500	2300	3900	4780	1890	3390	4560	6010
160 × 10	1600	14.2	E-Cu F 30	2700	4130	5360	6320	2220	3590	4680	5530	3010	5060	6130	2470	4400	5860	7710
200 × 10	2000	17.8	E-Cu F 30	3290	4970	6430	7490	2690	4310	5610	6540	3720	6220	7460	3040	5390	7150	9390

**To pass in the test you need  $\Delta T_{\max}$  60 to 75K in the connections and not in the busbars.**

$\Delta T = 65 - 35 = 30K$  (in the busbars)

<sup>1)</sup> Minimum clearance.  
<sup>2)</sup> Material: E-Cu or other material to DIN 40500 sheet 3, preferred semi-finished material: flat bars with rounded edges

### 1) AS VELHAS TABELAS NÃO CONSIDERAM CONEXÕES - O QUE MAIS DEFINE A ELEVAÇÃO DE TEMPERATURA

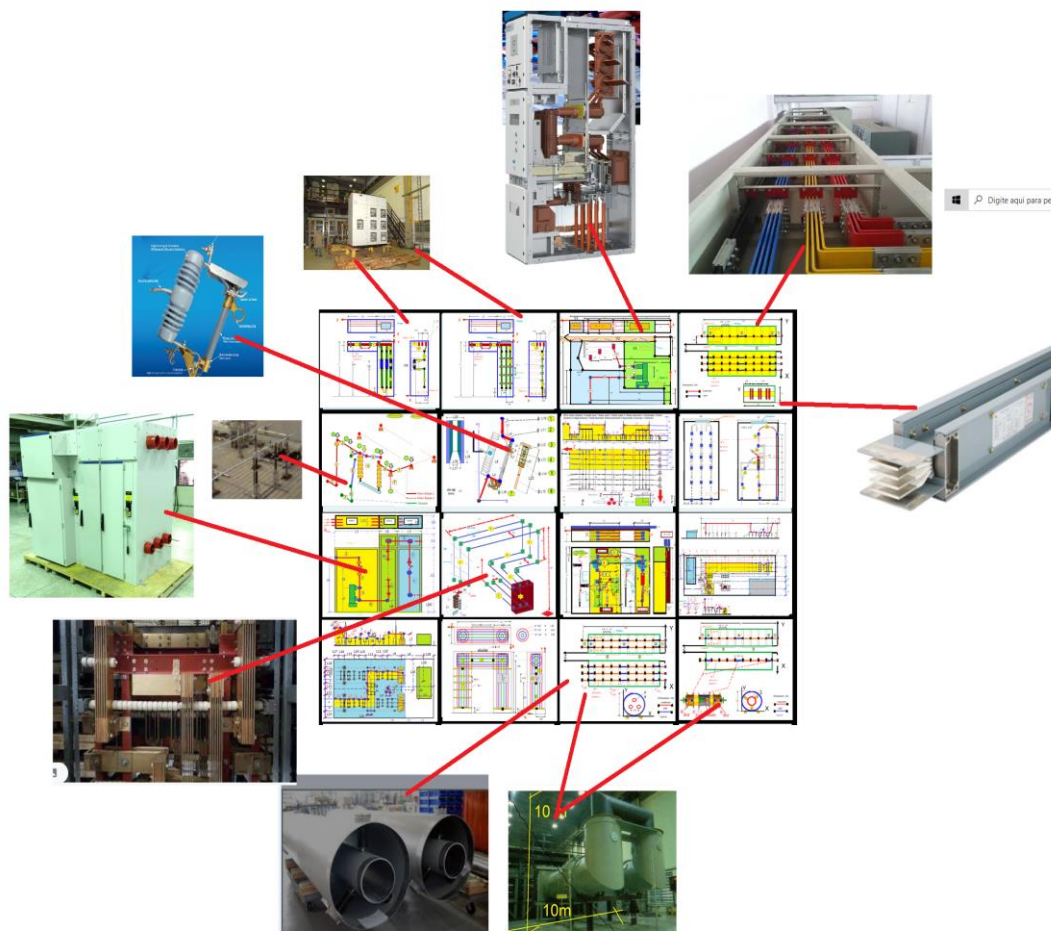
Muitas projetistas me pedem para atualizar aquelas antigas tabelas que constam há décadas dos bons manuais de engenharia da Siemens, ABB e Schneider. Eu as utilizava quando era jovem engenheiro. Usei inclusive para ajudar a projetar os barramentos dos laboratórios de alta potência e alta corrente do CEPEL. São barramentos para até 50kAef permanentes e 300kAef / 750kAcr de curto-circuito. Nos painéis e barramentos comerciais vamos, no máximo, até uns 7500 A. As correntes mais usuais estão na faixa de 800 a 4000 A.

Naquela época, 45 anos atrás, eu não tinha desenvolvido o software SwitchgearDesign para calcular rápido, com poucas horas de aprendizado, elevações de temperatura, forças de curto-circuito e sobrepensões de arco interno. Estes são os aspectos mais onerosos dos projetos. Desenvolvi a ferramenta para poder projetar mais rápido sem depender dos caríssimos testes que realizava nos laboratórios. Os testes são caros porque instalações deste tipo requerem investimentos elevados. Na América do Sul infelizmente só existe um laboratório de grande porte, o CEPEL. O outro, em Itajubá – MG, que ajudei a projetar desde o estudo de viabilidade, iria corrigir esta deficiência da indústria elétrica brasileira estava com projeto pronto e em plena construção quando foi interrompido em 2019.

Sou um dos poucos profissionais que teve a experiência de fazer testes reais e de, também, criar e usar simuladores daqueles testes com resultados idênticos. Aprendi muito mais sobre conceitos de engenharia, projeto e normas técnicas nos últimos 20 anos fazendo simulações de testes do que nos 25 anos antes realizando testes e gerenciando grandes laboratórios. E olha que naqueles tempos as pessoas recebiam treinamento especializado.

Hoje poucas empresas atualizam suas equipes através de treinamentos. Estas produzem os melhores projetos – diferentes de cópias - que vemos no mercado. No Brasil, com raras exceções, educação e treinamento foram colocadas em segundo plano.

**AS NOVAS TABELAS SÃO SOFTWARE DE BAIXO CUSTO, FÁCIL DE USAR E QUE LEVA EM CONTA A GEOMETRIA DO PAINEL, LOCAL DE UTILIZAÇÃO, REVESTIMENTOS, VENTILAÇÃO, POTENCIAS DISSIPADAS, PARTIÇÕES , ETC...**



Recentemente outro cliente pediu-me para atualizar as tabelas de dimensionamento de barramentos usadas em sua empresa. Eu expliquei que aquele tipo de prática leva a sobredimensionamentos. Isto não era relevante no passado, na época das vacas gordas. Porém hoje há muito mais fabricantes competindo no mercado e usar menos cobre e alumínio faz diferença.

As antigas tabelas, como a da figura acima, ficaram superadas porque não consideram dados importantes como resistências de conexões e contatos de disjuntores, chaves e fusíveis . Este é o principal parâmetro de projeto para definir as temperaturas. O foco do projeto é passar nos testes de tipo das normas IEC62271 e IEC61439. Aprendi isto nos últimos 20 anos fazendo muitos cálculos e simulações e estudando o documento IEC TR 60943 - Guia sobre a elevação de temperatura permitida para partes de equipamentos elétricos, em particular para terminais.

A deficiência das antigas tabelas é que foram feitas apenas com o objetivo de calcular a corrente máxima que você pode passar em um barramentos, sem conexões, para provocar uma elevação de temperatura na barra de , por exemplo,  $\Delta T = 65 - 35 = 30K$  . O foco de quem projeta painéis e barramentos é obter nos pontos críticos, em geral conexões , elevações de temperatura na faixa de 60K a 75K. A temperatura das barras , fora das conexões, não interessa para passar ou não no ensaio.

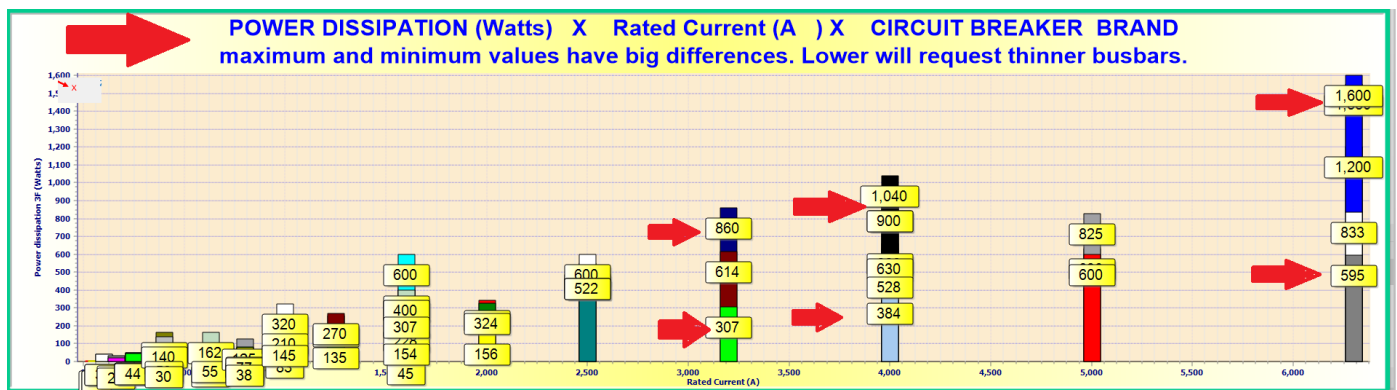
Vamos comparar como seria o projeto utilizando-se as antigas tabelas e como seria utilizando uma ferramenta de cálculo de baixo custo, muito simples de utilizar.

## 2) O PROJETO A DEFINIR E OS RESULTADOS PELOS DOIS METODOS

Vamos supor que o objetivo do projetista seja desenvolver um painel isolado a ar com as dimensões da figura a seguir para uma corrente nominal de 1500 A. O painel tem uma abertura de ventilação natural com 168cm<sup>2</sup>. O material das barras é de cobre e estas não são pintadas. As conexões também são nuas, isto é, sem revestimento prateado, estanhado ou niquelado.

The screenshot shows the SwitchgearDesignMD software interface. On the left, a 3D model of a switchgear cabinet is displayed with dimensions and labels like 'Press', 'CB', and 'X', 'Y', 'Z' axes. The main panel contains various configuration options for equipment (TipoEquipamento), material (Material do invólucro: Aluminum), and test type (Selecione TIPO DE TESTE). A table on the right lists conductors with their materials (Copper) and dimensions. Below the table, there are options for 'Cobertura das barras' (Painted or MySF) and a 'Save' button. The bottom section shows calculated parameters like 'R 1 (μΩ)', 'Watts 1', and 'Partitions 1', along with a 'Ventilacao?' (SIM/Não) option and flow rate 'Q (m3/h)'.

Neste projeto a resistência por fase do disjuntor vista dos terminais varia muito com a marca do disjuntor. Na figura a seguir vemos que para um disjuntor BT 1500 A as potências dissipadas podem variar de 150W (22,0 μΩ) a 600W (88,0 μΩ). Estas variações levarão a valores muito diferentes de barras, para uma mesma elevação de temperatura. Notar que as resistências de disjuntores podem variar muito, de fabricante para fabricante. Isto é desconsiderado nas velhas tabelas e na IEC61439-1. Além disto, cada conexão aparafusada entre barras tem 7,0 μΩ. Leia o artigo da referencia [2] e entenderá o porque.



Para uma situação como esta, passar no teste de elevação de temperatura significa ter uma elevação de temperatura máxima nas conexões de 60K. Estes são os valores claramente explicitados nas normas IEC62271-1 e IEC 60943. A mal escrita e confusa tabela 6 da IEC61439-1 (painéis de baixa tensão) induz projetistas a pensar que os valores poderiam ser 85K ou mesmo 105K. Este é um erro grosseiro do texto desta norma que leva inclusive a problemas em licitações porque quanto maior o limite utilizado menos material condutor é utilizado. Se uma conexão entre duas barras suporta de um lado 75K e no outro lado 85K o limite que o laboratório deve considerar para dizer se passou ou não no teste é o mais baixo, que envelhecerá primeiro. Neste caso 75K e não 85K. Se um fabricante projetou para 85K nas conexões fica em vantagem em relação a outro que projetou (corretamente) para 60 ou 75K.

Uma barreira criada pelos especialistas que escreveram a IEC61439-1 é o novo método de teste. O antes utilizado nas normas da série IEC 60439 (TTA/PTTA) era mais prático e inteligente. Foi inexplicavelmente substituído pelo método da IEC61439-1 que eliminou de muitos laboratórios pelo mundo afora a possibilidade de realizar o ensaio. O Brasil é um bom exemplo. A mudança não tem nenhum sentido prático porque existem muitas variantes de projetos similares. Serviu apenas para dificultar a vida dos pequenos fabricantes. Apenas os grandes fabricantes que escrevem a norma se beneficiaram. Para os pequenos e médios pagar testes caros é uma barreira. No mínimo, houve incompetência de perceber que fora dos países desenvolvidos há muito menos laboratórios de testes e recursos. No artigo da Referência [1] mostro os detalhes.

### RESULTADO DO DIMENSIONAMENTO USANDO AS VELHAS TABELAS

A prática mais frequente é muito simples. O projetista vai à tabela de barramentos e escolhe a corrente mais próxima dos 1500 A sem se preocupar que na tabela está claramente escrita uma elevação de 65-25 = 30K na barra, e não na necessariamente na conexão.

Portanto, olhando a antiga tabela acima se escolheria uma barra por fase de 100x10mm (1x100x10mm). Você não estaria levando em conta o que é mais importante e nem teria ideia do que iria acontecer durante o teste. Podia ser aprovado por usar mais material do que o necessário ou podia não passar por ter usado menos.

### RESULTADO DO DIMENSIONAMENTO USANDO FERRAMENTA DE CÁLCULO SIMPLES PARA ELEVAÇÃO de 60K

A seguir mostramos, para três diferentes marcas de disjuntores 1500 A, as barras que seriam escolhidas usando o cálculo completo do SwitchgearDesign para 1500 A e  $\Delta T_{max} = 60K$ . Mostramos também as elevações de temperatura que aconteceriam usando -se a barra 100x10mm calculada pela antiga tabela. Note que dependendo da marca do disjuntor os resultados são muito diferentes do uso da tabela antiga

	Dissipação de potência do disjuntor WATTS = $3 \times R \times I^2$ (R por fase $\mu\Omega$ )		
	150W (22,0 $\mu\Omega$ )	300W (44,0 $\mu\Omega$ )	600W (88,0 $\mu\Omega$ )
Elevação de temperatura $\Delta T_{max}$ com barra <b>1x100x10</b> e 1500 A	50 K	68 K	100 K
Barra que levaria a $\Delta T_{max} = 60K$ com 1500 A	<b>1x90x10</b>	<b>1x120x10</b>	<b>2x120x10</b>

### 3) COMENTÁRIOS FINAIS

A tabela acima mostra claramente que ao se utilizar as antigas tabelas, dependendo da potência dissipada do disjuntor pode-se estar subdimensionando ou, na maior parte dos casos, superdimensionando o projeto no uso de cobre ou alumínio. É um desnecessário exercício de tentar a sorte.

Eu diria que nos dias do hoje, pelo menos uns 60% dos projetistas, pelo mundo a fora, ainda usam as antigas tabelas por não terem conhecimento da existência das novas ferramentas, muito mais simples e rápidas de utilizar.

Entenda como é simples usar neste vídeo YouTube <https://youtu.be/ITJDbIESJu0>

Continua com um alerta aos consumidores das concessionárias de distribuição brasileiras sobre um fato relevante à segurança de famílias que têm próximo às suas janelas, transformadores de distribuição com chaves fusíveis. Veja o vídeo e o artigo feitos por Sergio Feitoza Costa sobre o assunto.

**ALERTA AOS CONSUMIDORES DAS CONCESSIONÁRIAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA BRASILEIRAS SOBRE FATO RELEVANTE À SEGURANÇA DE FAMÍLIAS QUE TÊM PRÓXIMO ÀS SUAS JANELAS, TRANSFORMADORES DE DISTRIBUIÇÃO COM CHAVES FUSÍVEIS.**

**(Para conhecimento: ABNT, PREFEITURAS, ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA) e concessionárias**

Alerto aos consumidores das concessionárias de distribuição por todo o Brasil sobre um fato relevante à segurança de famílias que têm próximo às suas janelas transformadores de distribuição com chaves fusíveis.

Em primeiro lugar assistam ao vídeo e leiam o artigo (link abaixo) onde ficam óbvios os perigos, para quem tem este tipo de situação. As imagens falam por si. Se tiver este tipo de situação, questione sua distribuidora pois esta proximidade traz riscos de vida comprovados por testes de laboratório testemunhados por mim .

As provas objetivas estão no material. Devido aos perigos que presenciei quando fazia testes nos laboratórios de testes de alta potencia brasileiro, bem demonstrados no vídeo, solicitei à concessionaria deslocar o transformador uns 10 metros da fachada.


A concessionaria informou que fez a “medição da distância da chave-fusível do transformador até a fachada e constatou que a rede, transformador e chave-fusível estão a mais de 2,20m , conforme normas

- **LIGHT\_RECON-MT\_2023** (<https://www.light.com.br/Downloads/RECON%20-%20MT%202023.pdf> ) e
- **ABNT-15688 :2012.** (Redes de distribuição aéreas de energia elétrica com condutores nus)

Li os documentos e nenhum dos dois documentos trata – como deveriam tratar - de distancias de segurança a usuários leigos (consumidores em prédios). O primeiro claramente trata de temas de subestações elétricas operadas por pessoal especializado nos perigos de alta tensão.

**Será que os engenheiros que escreveram estas normas aceitariam presenciar a 3m de distancia um teste de curto-circuito em um transformador de distribuição com chaves fusíveis ?  
Se aceitarem é melhor assistir antes ao vídeo.**

- Vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=Sy29BndmF1g>
- Artigo: <https://www.cognitor.com.br/FusiveisPerigososNasJanelas.pdf>

<p><b>RISCOS DE TRANSFORMADORES E FUSÍVEIS PRÓXIMOS A RESIDÊNCIAS.</b> Solicito deslocar pelo menos 10m Normas NBR7282 e IEC 60282-2 (para conhecimento da concessionária)</p> 	<p><b>RESPOSTA RECEBIDA DA ANEEL –</b> Protocolo 010.482.65523-06 ..... (parte relevante da resposta)</p> <p>.... esta Agência orienta seguir estes passos:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) ... fale primeiro com a sua distribuidora. Anote e guarde o protocolo de atendimento ... ;</li><li>2) Se não obtiver retorno no prazo informado ou se discordar da resposta recebida, entre em contato com a Ouvidoria da distribuidora, a qual dever apresentar esclarecimentos em até 15 dias....</li><li>3) Caso a Ouvidoria da distribuidora não responda nesse prazo ou caso discorde da resposta recebida, entre em contato com esta Agência.</li></ol>
--	--

# REFERENCIAS

- [1] Tabela 6 da IEC 61439-1: Perguntas a LABORATÓRIOS DE TESTES e CERTIFICADORAS:  
<http://www.cognitor.com.br/IEC61439Tabela6.pdf>
- [2] LV CIRCUIT BREAKERPOWER DISSIPATION: defines LV switchgear cost.  
<http://www.cognitor.com.br/LVcircuitBreakerResistance.pdf>
- [3] Livro "Painéis Elétricos, barramentos e outros equipamentos para subestações" (também em inglês e espanhol) [https://www.cognitor.com.br/Book\\_SE\\_SW\\_2013\\_POR.pdf](https://www.cognitor.com.br/Book_SE_SW_2013_POR.pdf)



Este artigo foi escrito por Sergio Feitoza Costa, engenheiro eletricista, M. Sc em Sistemas de Potência .

- Curriculum <https://www.cognitor.com.br/curriculo.html>
- Coisas que ajudei a fazer: <https://www.cognitor.com.br/HelpedToDo.pdf>
- Baixe artigos e livro grátis <http://www.cognitor.com.br/Downloads1.html>
- Treinamento + SwitchgearDesign <https://www.cognitor.com.br/trainingPOR.pdf>
- Serviços de consultoria <https://www.cognitor.com.br/proposta.pdf>