











Recomendação para a escolha de ligas de bronze para mancais

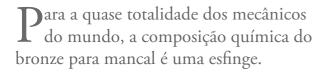
A existência de uma centena de especificações de bronze para mancal é a prova evidente da indefinição que existe no campo dessas ligas. Por mais que se dêem asas à imaginação, não passam de meia dúzia as condições distintas de trabalho em que se poderiam usar algumas poucas ligas realmente diferentes.

O porquê dessa confusão é elementarmente simples:

 Não existe uma maneira simples e confiável de fazer uma prova de desgaste (acelerado) de uma liga de bronze sob condições reais de trabalho com lubrificação.
 Um teste com as pressões normais teria duração muito longa e seria inviável.

 De maneira geral, um mancal de bronze de qualquer liga, mesmo malfundido, mesmo mais poroso que um queijo suíço, mas bem-desenhado e bemexecutado, dura indefinidamente, e é evidente que nada se pode concluir testando um mancal nessas condições.

Se não existem métodos confiáveis de ensaios acelerados de desgaste, existe, evidentemente, uma enorme e universal experiência com materiais para mancal, que ainda ninguém resumiu em algumas simples regras básicas.



Observamos demoradamente, com microscópio eletrônico de varredura, os detalhes de suas entranhas, mas a correlação entre a estrutura e o desempenho continua um mistério.

Resta o consolo da experiência prática, mestra e guia segura para andar nos caminhos ainda não desbravados pela ciência.



Fábrica 1, Av. Caminho do Mar - S. Bernardo do Campo - SP Área Construída: 85.660 m²



Fábrica 2, Av. Senador Vergueiro - S. Bernardo do Campo - SP Área Construída: 43.120 m²











- É fato mais que provado e consenso mundial que ligas de baixa dureza, à base de estanho ou de chumbo, são as que apresentam os melhores resultados como materiais para mancal. São conhecidas há mais de cem anos e são denominadas "metais patentes" ou "Babbitt", em homenagem ao seu inventor.
- Como as "Babbitts" têm pequena resistência mecânica, sua aplicação em máquinas em que os esforços são relativamente elevados, como nos usos automotivos, é feita com camadas de décimos de milímetros de espessura sobre bases mais resistentes.
- Nas aplicações comuns da mecânica não-automotiva, em que o número de peças fabricadas de cada vez é pequeno, usam-se buchas de parede mais grossa.
- Evidentemente, o bronze deveria ter características o mais possível próximas do metal patente. Este é o caso do bronze Sn, com alto teor de Pb.
- O excelente desempenho dos bronzes de alto teor de Pb, quando usados como mancais, é devido à sua similaridade com a "Babbitt". O Pb, sendo insolúvel nas ligas sólidas de bronze, fica isolado sob a forma de pequenos módulos em uma matriz ternária de Cu-Sn-Zn.
- A ação do Pb na folga entre o eixo e o mancal é a de se interpor entre o eixo e o metal que o suporta, impedindo ou retardando o engripamento. Naturalmente, o Pb disponível é pouco, e a ação descrita é de curta duração quando a falta de lubrificante é total. Nas faltas ocasionais de lubrificação, como, por exemplo, na partida da máquina, quando o filme de óleo ainda não se restabeleceu, o Pb é muito útil. Também quando a lubrificação é precária, o Pb é de indiscutível ajuda para prolongar a vida do mancal.
- A corroborar esses conceitos que recomendam o uso de bronzes de Pb existe a enorme experiência dos antigos mancais de vagões de estrada de ferro. Desde o início, por coincidência ou feliz inspiração, os fundidores de bronze de casquilhos ferroviários utilizaram uma liga de alto

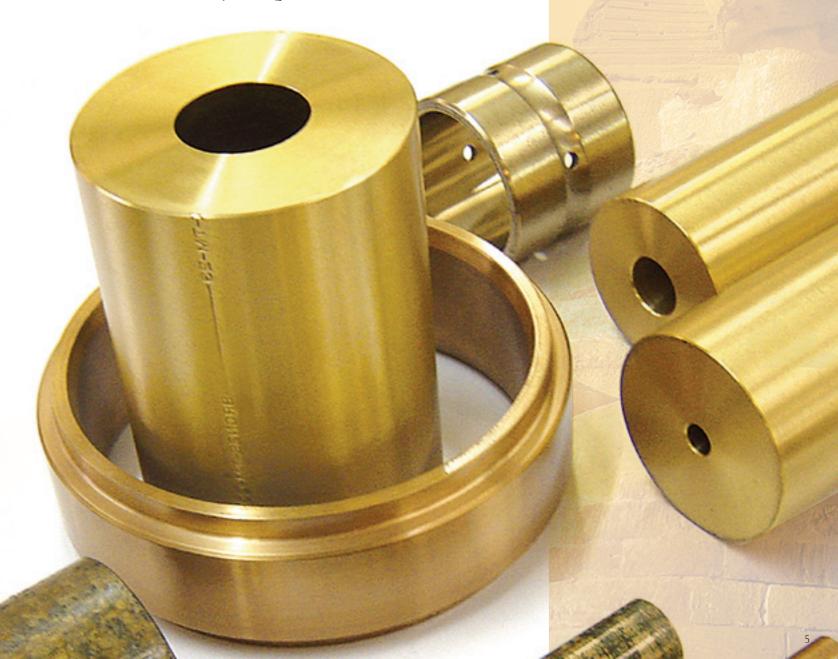
Pb, muito semelhante ao nosso TM-23, do qual foram fundidos mais de 90 milhões de quilos. As estradas de ferro usavam também casquilhos revestidos com metal patente, apesar do seu custo. Um fato curioso é que, mesmo quando os casquilhos eram revestidos com metal patente, o bronze dos casquilhos era especificado com alto Pb. É que, na falha do metal patente, o bronze de Pb poderia ajudar a levar o trem até a estação...

A conclusão final é, então:

NAS APLICAÇÕES GERAIS, RECOMEN<mark>DA-SE SEMPRE</mark> UM BRONZE DE CHUMBO.

d foi mencionado que o Pb é insolúvel na liga sólida de bronze, sendo, portanto, uma solução de continuidade do metal. O aumento do teor de Pb reduz, evidentemente, o limite de resistência, o limite de fadiga e a energia absorvida antes da fratura (impacto).

Quanto ao teor de Pb, nosso campo de pesquisa oscilou entre 5 e 24%, englobando as especificações UNS-C83600, SAE-CA836 (ex SAE40), UNS-C94300, SAE-CA943, que marcam praticamente os dois extremos em porcentagem de Pb.

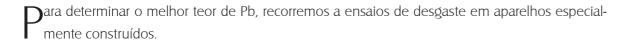












Como dissemos anteriormente, não há reprodutibilidade em termos científicos nesses testes acelerados.

Tivemos de apelar para médias estatísticas em diversas centenas de testes e chegamos à conclusão de que, entre 15 e 20% de Pb, o resultado pouco variava, mas as características mecânicas eram afetadas negativamente nos teores mais altos.

Resta, agora, outro fator de muita importância, que é a espessura com que o bronze é fabricado (fundido). O resfriamento na fundição contínua de molde submerso, método pelo qual o bronze TM é fundido, é muito intenso, variando com a espessura. O grau de resfriamento influi muito na estrutura e, conseqüentemente, no comportamento do mancal e na mais adequada porcentagem de Pb. Assim, nas espessuras maiores, reduzimos no nosso TM-23 a porcentagem de Pb para 15%. Já nas espessuras pequenas, elevamos para 18%.

A aritmética das pressões e da resistência mecânica é simples: Um BRONZE DE PB, mesmo com teor de 20% de Pb, por mais malfundido que seja, sempre tem uma resistência à compressão superior a 12 kg/mm² ou 1200 kg/cm². Ora, as cargas específicas do eixo sobre o mancal são, em geral, da ordem de 50 a 100 kg/cm² ou 0,5 a 1 kg/mm². Isso indica que bronzes de Pb, apesar de sua pequena resistência, são amplamente capazes de suportar as cargas normais de projeto de 100 kg/cm² ou mais.

Pro memoria:

carga total sobre o mancal (em kg)

CARGA ESPECÍFICA = (kg/mm)

diâmetro do eixo (em mm) x comprimento do mancal (em mm)
(projeção do eixo)



o momento, não falamos dos fatores altissonantes, como conformabilidade, embutibilidade, resistência à fadiga, resistência à corrosão etc.

A nossa análise dos fatores é a que segue:

1. Embutibilidade

sse fator foi levantado teoricamente, referindo-se à capacidade que tem um metal mole de permitir o embutimento e, portanto, reduzir a nocividade de partículas estranhas contidas no óleo.

Para nós, embutir partículas no mancal faz pouco sentido. O problem<mark>a é muito mais complicado do que pode parecer à primeira vista.</mark>

A conclusão de que maior embutibilidade é MELHOR para o mancal naturalmente não está estribada em nenhuma experimentação científica.

Nada se pode concluir nem tentar experimentar sem definir a dureza e a quantidade das partículas estranhas.

Como paradoxo desse conceito está o rebolo esmeril, que é a melhor "ferramenta" abrasiva. São partículas duras embutidas numa matriz mole...









2. Conformabilidade e Resistência à Fadiga

São dois fatores que estão estritamente ligados entre si e, indiretamente, ao alongamento.

A conformabilidade é a capacidade de se deformar sem se romper, ajustando-se ao eixo.

É evidente que tal característica ajuda o desempenho do mancal. É, porém, só meia-verdade, pois só ajuda a compensar diferenças de alinhamento do mancal. De nada serve para compensar os erros da GEOMETRIA DO EIXO, pois o ponto de maior contato desloca-se 360º a cada rotação. Não há, pois, possibilidade de ajuste, e sim um desgaste contínuo. Veja as figuras 1 e 2, adiante.

O nosso estudo para determinar o máximo de teor de Pb foi baseado na condição de manter um alongamento razoavelmente bom de 15% (corpo de prova de 50mm).

É evidente que, havendo certeza de precisão na execução do mancal, poder-se-ia usar um bronze de mais alto teor de Pb. Contudo, estamos absolutamente seguros de que a faixa de 15 a 18% de Pb cobre muito bem o maior número possível de aplicações.

3. Resistência à Corrosão

Realmente não consideramos esse fator nos nossos estudos, pois não alteraríamos a composição só para obter uma resistência à corrosão "eventualmente" maior.

São, às vezes, usados como aditivos complexos compostos orgânicos combinados com P,S e Cl, que têm ação corrosiva proposital cuja função diz-se ser a de atacar quimicamente o metal, aplanando os pontos mais altos. A ação é seletiva, pois nos pontos mais altos há maior atrito e, conseqüentemente, maior temperatura, acelerando o ataque químico.

É uma tecnologia bastante complexa, e, muitas vezes, a utilidade dos aditivos é similar à do placebo na medicina. O que é melancólico é que sociedades como a ASM (American Society for Metals), o DIN (Deutsche Institut für Normung), a SAE (Society of Automotive Engineers) e outras especifiquem pretensiosamente, com rigorosa precisão, os elementos componentes e os limites de impurezas dos bronzes fundidos para mancal, quando essa rigorosa precisão tem influência totalmente aleatória sobre o desempenho do mancal.

Os bronzes, em geral, são ligas de Cu com porcentagens menores de Sn e Zn, além do Pb, que já foi objeto de nossa análise.

Para a fixação dos valores de Sn e Zn, devem ser levadas em conta também as questões econômicas.

É claro e evidente que nossa decisão para o estabelecimento de limites para os componentes de Sn e Zn é pautada sempre pelo melhor resultado do bronze, mas a economia é sempre desejável, se não prejudicar a qualidade. Assim, o Sn, elemento da liga cujo custo é dez vezes superior ao do cobre, é reduzido para o valor de 4,8%. Para fins de economia, substituímos até 0,8% de Sn por Ni.

O limite superior aproximado do Zn é 9%. Assim, chegamos à composição ideal do bronze de chumbo, o TM-23, já consagrada pela experiência. Esta Companhia procurou, com afinco, achar uma liga melhor do que o TM-23, mas as características do bronze como mancal só melhoravam quando a composição e as condições de fundição se aproximavam deste. Até hoje, não encontramos nada superior.

As aplicações dos BRONZES DE ESTANHO (sem Pb) restringem-se aos casos em que o desenho permite lubrificação plena, condição *sine qua non*, pois o mancal feito com essas ligas engripa rapidamente na falta de lubrificante.

Os bronzes de Sn têm resistência à fadiga superior à dos bronzes de Pb e permitem, assim, trabalhar com cargas específicas mais elevadas, digamos, acima de 1,5 kg/mm², naturalmente em eixos retificados com dureza bem superior a 40RC.

Na classe dos bronzes de Sn existe também semelhante incerteza na composição, pela falta de meios adequados de avaliar o desempenho. Assim, de acordo com as entidades, há uma dezena de composições distintas, mas semelhantes, como, por exemplo, SAE-CA903, 905, 907, 923 e DIN Bz12, Bz10 e Rg10, que são praticamente iguais no comportamento e que, seguramente, ninguém testou em termos científicos.

Esta Companhia, procurando unificar para reduzir custos, fixou-se na liga SAECA903 (UNS-C90300), que é, a nosso ver, a melhor solução para esse tipo de bronze.

A liga SAE-CA903 (UNS-C90300) tem superplasticidade, qualidade muito vantajosa que lhe dá a possibilidade de ser trabalhada a frio, aumentando a sua dureza até 200 HB e mantendo ainda um alongamento de 10%. Naturalmente, um bronze com 200HB tem de trabalhar sobre um eixo temperado com dureza de 50RC (480 HB30) sem ovalização apreciável e com grau de acabamento de 20 *microinch* (rms).

O custo da matéria-prima para bronze de Sn é muitíssimo mais elevado: chega ao dobro e só se justifica quando o desenho obriga a cargas elevadas e quando a lubrificação plena é possível e segura.

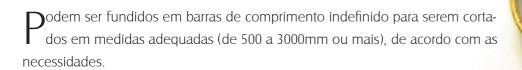
Assim, com as duas ligas de bronze apresentadas a seguir, a TM pode satisfazer a todas as exigências para bronzes de mancais.





Termomecanica São Paulo S.A.

BRONZES TM



Composições químicas das duas ligas básicas:

Valores típicos	TM23	TM620
COBRE	73%	87%
ESTANHO	4%	8%
ZINCO	8%	4%
СНИМВО	15%	1%

Para medidas acima das inscritas em um círculo de 320mm de diâmetro, usamos moldes metálicos permanentes.

A limitação está no peso bruto máximo da peça fundida (3000kg) e na amortização do molde permanente, quando nenhum dos moldes existentes (cerca de 800) servir para essa finalidade.

Quanto ao "design" de um material deslizante, o conhecimento de umas poucas regras básicas, bem-compreendidas, pode transformar qualquer principiante em um "expert" na matéria.

A seção reta pode ser praticamente qualquer, desde que inscrita em um círculo de 320mm de diâmetro, cheia ou oca, simétrica ou assimétrica.

Características mecânicas das duas ligas básicas:

Valores típicos	TM23	TM620				
Estado	fundido	fundido				
Formato do corpo de prova	redondo com redondo co 25mm diâm. 25mm diân					
Lim. de resistência (MPa - N/mm²)	275	350				
Escoamento (MPa - N/mm²)	157	167				
Alongamento % em 5,65 💲 o	23	32				
Estricção %	17	28				
Dureza Brinell	75 (HB 10)	92 (HB 10)				
Energia absorvida*	18	44				
*Ensaio de impacto Charpy A (Nm/cm²)						

1. A espessura do filme de óleo é, em média, de 4 a 20 mícrons.

Se quisermos que a superfície externa cilíndrica do eixo e a superfície interna cilíndrica do mancal sejam bem paralelas, é preciso que as tolerâncias e a execução estejam dentro dos limites desses mesmos milésimos de milímetros, senão o contato se fará em um único ponto, e o mancal não funcionará adequadamente, como nos dois casos seguintes:

Equivalente no desempenho como mancal às seguintes ligas:

TM23

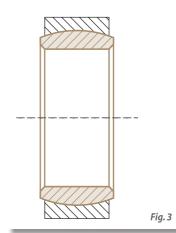
ABNT Norma E-PB-161 (Brasil)	C 83600	-	C 93500	-	C 93700	C 93800	C 94300
UNS/ASTM (EUA)	C 83600	C 93200	C 93500	-	C 93700	C 93800	C 94300
SAE (EUA)	CA836 (exSAE40)	CA932 (exSAE660)	CA935 (exSAE66)	-	CA937 (exSAE64)	CA938 (exSAE67)	CA943
DIN Normas 1705 / 1716 (Alemanha)	G.CuSn 5ZnPb	G.CuSn 7ZnPb	-	G.Cu Pb5Sn	G.Cu Pb10Sn	G.Cu Pb15Sn	G.Cu Pb20Sn
BS Norma 1400 (Inglaterra)	LG2	-	LB4	LB3	LB2	LB1	LB5
JIS Normas H5111 / H5115 (Japão)	BC6	-	-	LBC2	LBC3	LBC4	LBC5
NF Norma A53-707 (França)	CuPb5 Sn5Zn5	CuSn7 Pb6Zn4	-	-	CuPb10 Sn10	-	CuPb20 Sn5











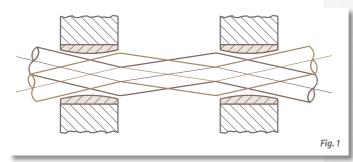
Há uma solução simples para prevenir que o mancal se alinhe com o eixo e o acompanhe: torná-lo auto-alinhável, com assento externo esférico. O mancal auto-alinhável ou autocompensador tem a função de permitir um bom alinhamento, mesmo que os alojamentos sejam usinados com tolerâncias grosseiras, ou com eixo não perfeitamente reto.

TM620 Equivalente no desempenho como mancal às seguintes ligas:

ABNT Norma E-PB-161 (Brasil)	C 90300	C 90500	C 90700	C 90800
UNS/ASTM (EUA)	C 90300	C 90500	C 90700	C 90800
SAE (EUA)	CA903 (exSAE620)	CA905 (exSAE62)	CA907 (exSAE65)	-
DIN Normas 1705 / 1715 (Alemanha)	-	G.Cu Sn10Zn	G.Cu Sn10	G.Cu Sn12
BS Norma 1400 (Inglaterra)	G2	G1	PB3	PB2
JIS Normas H5111 / H5113 (Japão)	BC2	BC3	PBC2	-
NF Norma A53-707 (França)	CuSn8	-	-	CuSn12

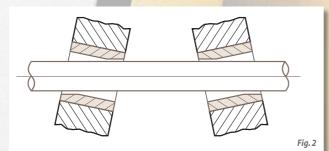
Mancais alinhados, eixo não perfeitamente reto:

Em movimento, os mancais sofrem um desgaste contínuo em suas extremidades.



Mancais desalinhados, eixo reto:

Os mancais sofrem também um desgaste de suas extremidades, porém não é contínuo, acomodando-se quando a parte deformada se torna paralela ao eixo.



O eixo pode deformar-se por:



Fig. 4 - Mancal de retífica Landis

- Flexão, por ação das forças sobre ele aplicadas;
- Assimetria, provocada por rasgos de chaveta ou outros entalhes;
- Diferenças de temperatura;
- Anisotropia do próprio material (caso de aços beneficiados).

Se o mancal é autocompensador, ele se alinha independentemente do alojamento e acompanha, **rotação por rotação**, a não-retilineidade do eixo.

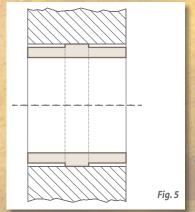
O tradicional fabricante de retificas Landis ainda hoje anuncia, com destaque, depois de cerca de 40 anos, exatamente o mesmo mancal de bronze, recortado, com superfície externa esférica (autocompensador), como sendo o esteio da precisão de sua máquina.

O mancal indicado é do eixo principal do rebolo.

A construção de um mancal com externo esférico apresenta certa dificu<mark>ldade de execução, especialmente quando se trata de uma ou de poucas peças.</mark>

Há um recurso que pode parecer grosseiro, mas apresenta tão bons resultados quanto o esférico: fazer a bucha apoiar-se numa faixa estreita (cerca de 1/4 do comprimento) no centro, rebaixando-a de alguns décimos de milímetro nas duas extremidades do diâmetro externo.

Essa construção obriga a um bom acabamento no alojamento, especialmente onde se apóia a bucha, pois o movimento oscilatório, se bem que diminuto, faz movimentar a bucha axialmente a cada rotação. O bom acabamento reduz o desgaste externo da bucha.



2. Folga

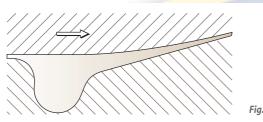
Números fáceis de lembrar e uma boa recomendação são:

Para diâmetro de eixo em torno de:							
25 a 50mm	folga de D/1000						
50 a 100mm	folga de D/1500						
100 a 200mm	folga de D/2000						

Outro ponto a ser levado em conta é que o coeficiente de dilatação do bronze é quase o dobro do aço. Isso requer uma atenção especial, porque, se o alojamento da bucha não for relativamente flexível (bipartido, por exemplo), a bucha vai "fechar" e diminuir a folga.

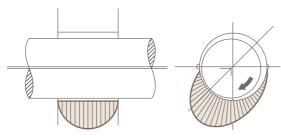




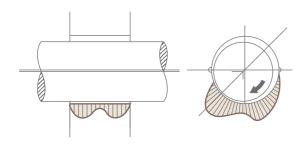




Curva de pressões:



Sem canais na zona de pressão.



Com um canal colocado de forma errada.

3. Canais de lubrificação a óleo

O objetivo é facilitar o encunhamento do óleo entre o eixo e a bucha. A definição de cunha é boa, pois indica a progressiva redução da folga, obrigando o óleo a se "enfiar" entre o eixo e o mancal, produzindo uma força ou pressão hidrodinâmica que "levanta" o eixo.

É claro e evidente que nos canais de lubrificação a pressão é zero; portanto, não devem ser projetados na parte de maior pressão, pois reduziriam muito a capacidade do mancal, conforme mostrado no diagrama de pressões da figura 7.

4. Dureza do eixo e grau de acabamento

- O bronze de Pb tem dureza média aproximada de 70HB.
- Em um sistema bem-projetado, destinado a durar indefinidamente, a diferença de dureza entre eixo e bucha deve ser maior que 300HB, isto é, o eixo deve ter uma dureza mínima de 400HB
- O grau de acabamento do eixo de 20 a 40 *microinch* rms (graduação de rugosímetro de 0,0005 a 0,001mm) é, em geral, suficiente. Melhorando o acabamento, prolonga-se a vida do mancal e aumenta-se o fator de carga quase que na mesma proporção.
- A bucha de bronze pode ter acabamento de torno muito menos aprimorado, o que, até certo ponto, é melhor.

- É conhecido o exemplo de engripamento de bucha, sob certas condições, quando a superfície interna é espelhada.
- Essa mesma superfície, levemente atacada com ácido acético, deixa de engripar nas mesmas condições.
- A superfície com certa rugosidade retém melhor o lubrificante.

Depois de apresentados os dispendiosos cuidados mínimos necessários a<mark>o perfeito funcionamento de um man-</mark>cal deslizante, a pergunta é óbvia:

Por que, então, não usar, em lugar da bucha, um rolamento que, feito em série é, no conjunto, mais barato?

Como fabricantes de buchas de bronze, confirmamos plenamente este ponto:

Buchas de bronze só nos casos em que:

- 1. A geometria obriga;
- 2. Há problemas de vibração / oscilação;
- 3. Os diâmetros são grandes (os grandes mancais de rolamento são também muito caros);
- 4. O mancal tem que ser em duas metades (apesar de haver alguns fabricantes de mancais de rolamentos em duas metades, seu uso é muito limitado).

14











A existência de uma centena de especificações de bronze para mancal é a prova evidente da indefinição que existe no campo dessas ligas. Por mais que se dêem asas à imaginação, não passam de meia dúzia as condições distintas de trabalho em que se poderiam usar algumas poucas ligas realmente diferentes.

Para ilustrar esse ponto, fizemos uma listagem por teores decrescentes de Sn em 125 ligas de 11 especificações diferentes dos 9 países mais representativos da tecnologia mundial.

Com raras exceções, quase todas elas são indicadas como ligas para mancais.

Acreditamos não haver prova mais contundente dessa incoerência do que a existência de uma gama quase contínua de composições para as mesmas finalidades.

Esperamos que essa listagem seja do interesse dos nossos clientes.

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas (Brasil)

UNS Unified Numbering System (USA)

ASTM American Society for Testing and Materials (USA)

SAE Society of Automotive Engineers (USA)

DIN Deutsche Institut für Normung (Alemanha)

BS British Standard (Inglaterra)

NF Norme Française (França)

UNI Unificazione Italiana (Itália)

JIS Japanese Industrial Standard (Japão)

Sveriges Standardiseringskommission (Suécia)

VSM Verein Schweizerischer Maschinenindustrieller (Suíça)

	% Sn	% Pb	% Zn	% Ni
JIS - PBC3	14			
OUNI-B14	14			
SIS 5475 86/14	14			
VSM - GBz (Bz Sn) 14	14			
UNS - C90900	13			
• UNS/ASTM - C 94000	13	15		
UNS/ASTM - C90800	12			
• ABNT - C90800	12			
BS - PB2	12			
O DIN - GCu Sn12	12			
NF - Cu Sn 12	12			
SIS 5465 88/12	12			
ODIN - GCu Sn12 Pb	12	1,5		
• UNS/ASTM - C91700	12			1,5
ODIN - GCu Sn12 Ni	12			2
• UNS/ASTM - C90700	11			
• ABNT - C90700	11			
• SAE - CA907	11			
UNS/ASTM - C92500	11	1		
• SAE - CA925	11	1		1



	g	% Sn		% Pb	% Zn		% Ni
UNS/ASTM - C91600	10,5					1,5	•
● VSM - GBz - (Bz Sn) 10	10						
SIS - 5443 90/10	10						
OUNI - B10	10						
BS - PB3	10						
DIN - GCu Sn10	10						
SIS - 5640 80/10/10	10	000 000 0000	10	900			
NF - Cu Pb 10 Sn10	10		10	900			
BS-LB2	10	000	10	900 900 900 900			
DIN - GCu Pb10Sn	10		10	***			
JIS - LBC3	10		10	900 900 900 900 900			
• SAE - CA937	10		10	900			
• ABNT - C93700	10		10	900 900 900 900			
UNS/ASTM - C93700	10		10				
JIS - LBC2	10		5				
DIN - GCu Pb5 Sn	10		5				
BS-LB3	10	000 000 000	5	33			
● VSM - Pb Bz (Bz Pb) 10	10		5	88			
UNI - B Pb4	10		4				
SAE-CA927	10	000 000 0000	2	8			
UNS/ASTM - C92700	10		2	•			

	% Sn	% Pb	% Zn	% Ni
• UNI - BS Pb7	10	7		3
• SAE - CA929	10	2,5		3,5
UNS/ASTM - C92900	10	2,5		3,5
• UNS - C92400	10	2	2	
• UNI-92600	10	1	2	
UNI - BZn4	10		4	
• UNS / ASTM - C90500	10		2	
• ABNT - C90500	10		2	
• SAE CA905	10		2	
JIS BC3	10		2	
DIN - GCu Sn 10 Zn	10		2	
• BS G1	10		2	
VSM Rg (Bz Zn) 10	10		2	
• BS - LB1	9	15		
• SIS 5444 86/9/2/3	9	3	2	
• UNI - BS Pb15	8	15		
ODIN - GCu Pb15 Sn	8	15		
JIS - LBC4	8	15		
VSM - Pb Bz (Bz Pb) 8	8	13		
• UNI - BPb12	8	12		
UNS/ASTM - C94400	8	11		

Termomecanica São Paulo S.A.

	Г	% Sn		% Pb		% Zn	% Ni
O UNS/ASTM - C93400	8		8				
● VSM - Rg (Bz Zn) 8	8	333	3,5		6,5		
• UNS/ASTM - C92300	8		1	•	4	•	
• SAE - CA923	8		0,5	_	4		
• UNI-BZN6	8				6		
● BS - BC2	8				4	8.	
• DIN - G2	8				4	•	
• SAE - CA903	8	888			4	8.	
• ABNT - C90300	8	333			4	•	
• UNS/ASTM - C90300	8				4	•	
NF - Cu Sn8	8	888 888			2	8	
• UNS - C90200	7	88 .					
UNI - BS Pb20	7	33.	20	*******			
● UNS/ASTM - C94500	7	33.	20	*******			
JIS - LBC5	7	88.	20	*******			
● UNS/ASTM - C93800	7	33.	15	******* ******			
• ABNT - C93800	7	33.	15	22222			
• SAE - CA938	7	33.	14,5	\$5555 \$5555			
O UNI - BS PB8	7	***	8				
VSM - Pb Bz (Bz Pb) 7	7	33. 33.	7	88			
BS - LPB1	7,5	335	3,5				

	% Sn	% Pb	% Zn	% Ni
• UNS/ASTM - C93200	7	7	3	
SAE - CA932	7	7	3	
DIN - G Cu Sn7 Zn Pb	7	7	3	
NF - Cu Sn7 Pb6 Zn4	7	6	4	
● UNI - B Zn8	7	4	8	
BS - LG4	7	3	2	
VSM - GBz (Bz Sn) 6	6			
• UNS / ASTM - C93900	6	16	1	
● UNI BZn7	6	3	7	
JIS BC7	6	2	4	
UNS / ASTM - C92200	6	1,5	4,5	
SAE - CA922	6	1,5	4	
• ABNT - 92200	6	1,5	4	
• UNS/ASTM - C83500	6	4,5	1,5	1
DIN - GCu Sn6 Zn Ni	6	3	2	2
• UNS/ASTM - C94300	5	24 00 * 00 0		
• ABNT - C94300	5	24 00 * 00		
SAE - CA943	5	23,5		
NF - Cu Pb20 Sn5	5	20,5		
● BS - LB5	5	20		
● BS - LB4	5	10		

^{*} Sem escala

Termomecanica São Paulo S.A.

	% Sn	% Pb	% Zn	% Ni
UNS / ASTM - C93200	7	7	3	
SAE - CA932	7	7	3	
DIN - G Cu Sn7 Zn Pb	7	7	3	
NF - Cu Sn7 Pb6 Zn4	7	6	4	
UNI - B Zn8	7	4	8	
• BS - LG4	7	3	2	
VSM - GBz (Bz Sn) 6	6			
• UNS / ASTM - C93900	6	16	1	
● UNI BZn7	6	3	7	
JIS BC7	6	2	4	
UNS / ASTM - C92200	6	1,5	4,5	
● SAE - CA922	6	1,5	4	
• ABNT - 92200	6	1,5	4	
• UNS/ASTM - C83500	6	4,5	1,5	1
O DIN - GCu Sn6 Zn Ni	6	3	2	2
● UNS/ASTM - C94300	5	24		
• ABNT - C94300	5	24		
• SAE - CA943	5	23,5		
● NF - Cu Pb20 Sn5	5	20,5		
● BS - LB5	5	20		
BS - LB4	5	10		
* Sem escala	WARE BEAUTY			

	_				
*	SP	m	PS	ca	la

		% Sn		% Pb		% Zn		% Ni	
UNS / ASTM - C94100	5	:	18		2	8			
SAE - CA935	5	88	9,5		1				1
• ABNT - C93500	5	**	9		1				45.40
• UNS / ASTM - C93500	5	**	9		1				
VSM - Rg (Bz Zn) 5	5	**	6		4	.			
SAE CA836	5	**	5	::	5	::			
● ABNT - C83600	5	:	5	**	5	:			42
• UNS / ASTM - C83600	5	:	5		5	::			
JIS BC6	5	<u>::</u>	5		5	:			
O DIN - GCu Sn5 Zn Pb	5	:	5		5				
BS - LG2	5	::	5		5	::			
NF - Cu Pb5 Sn5 Zn5	5		5		5				
SIS - 5204 85/5/5/5	5	: :	5		5	::			
SIS - 5203 85/5/7/3	5	: :	3		7	88 .			450
UNS/ASTM - C84200	5	::	2	:	13				
● UNS/ASTM - C94900	5	::	5		5		5	: :	
UNS/ASTM - C94800	5	::	1	•	2	:	5	:	
SAE - CA948	5	: :	0,5	_	2	:	5	33	2
SAE - CA947	5	::			2	:	5		
OUNS/ASTM - C94700	5				2	:	5		
O DIN - GCu Pb20 Sn	4,5	•	20,5	**************************************					

^{*} Sem escala

