



República Federativa do Brasil  
Ministério do Desenvolvimento, Indústria  
e do Comércio Exterior  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) **BR 10 2012 014337-2 A2**

(22) **Data de Depósito:** 13/06/2012

(43) **Data da Publicação:** 15/09/2015  
(RPI 2332)



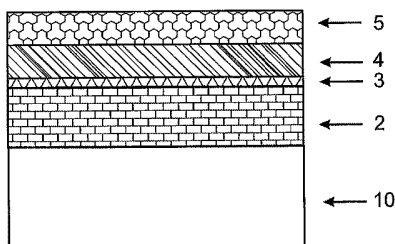
(54) **Título:** BRONZINA PARA MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

(51) **Int.Cl.:** F16C33/04

(73) **Titular(es):** MAHLE INTERNATIONAL GMBH,  
MAHLE METAL LEVE S/A

(72) **Inventor(es):** JOSÉ VALENTIM LIMA SARABANDA,  
MATHEUS DOS SANTOS FERREIRA, MÁRIO SERGIO  
DA SILVA PRAÇA, MÁRIO SERGIO DA SILVA PRAÇA

(57) **Resumo:** BRONZINA PARA MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA. A presente invenção refere-se uma bronzina (1) para motores de combustão interna, Bronzina (1) essa que é cuja associação combinada de uma camada depositada (4) por meio de pulverização catódica (sputtering) com uma camada de deslizamento (5) de matriz polimérica melhora as propriedades de capacidade de carga e resistência ao engripamento para valores superiores a 120 MPa e 85 MPa respectivamente, resultando em um índice de material (IM) superior a 170 MPa.



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**BRONZINA PARA MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA**".

A presente invenção refere-se a uma bronzina para motores de combustão interna, que é dotada de uma camada deslizante polimérica com vista a aumentar sua longevidade quando em trabalho sob elevadas pressões e condições de baixa lubrificação.

Descrição do estado da técnica

A presente invenção refere-se a uma bronzina compreendendo um polímero onde um material de base ferrosa é revestido com uma camada de uma liga de bronze sobre a qual é depositada uma camada por pulverização catódica (*sputtering*) que recebe, por sua vez, uma camada deslizante polimérica dotada, entre outros elementos, de uma liga de metal macio, sendo que a camada primária e a camada de pulverização catódica podem ser associadas por meio de uma camada de ligação.

Tendo em conta as demandas crescentes da indústria do automóvel, nomeadamente nas questões ambientais, novas exigências têm surgido, exigências essas que se refletem diretamente nos componentes de motores de combustão interna. Algumas das peças que naturalmente sofrem esse efeito são os mancais e consequentemente as bronzinas.

Inumeros desenvolvimentos têm surgido com o intuito de melhorar a resistência à corrosão, o coeficiente de atrito e as propriedades de antiengripamento. Por outro lado, o aumento das pressões de trabalho dos motores de combustão interna dificultam o sucesso de tais tentativas por precocemente levarem o mancal/bronzina ao desgaste. Note-se que o futuro não reserva facilidade para este campo de atuação, basta observar que se exigem motores mais potentes, que atinjam regimes de rotação mais elevados, mais eficientes e com menor consumo.

Naturalmente que face às novas exigências, novos materiais precisam surgir, posto que aqueles já conhecidos são os mesmos que limitam o desempenho de motores de combustão interna dos dias de hoje.

Além disso, devido às exigências crescentes em motores de combustão interna, têm sido utilizados óleos lubrificantes com viscosidade

reduzida com a finalidade de reduzir o atrito. Isso apresenta um problema particularmente delicado para os mancais em um motor de combustão interna, isto porque, a velocidades elevadas, a camada de óleo em torno da bronzina sofre um fenômeno de afinamento, provocando um maior contato  
5 entre os elementos metálicos, o que leva a um desgaste prematuro da bronzina.

Com vista a tentar solucionar os problema apontados, têm sido desenvolvidos bronzinas de múltiplas camadas. A construção em camadas, geralmente compreende material base resistente, tal como o aço revestido  
10 por uma liga de um metal macio e, pelo menos uma camada deslizante, que irá manter o contato com o filme de óleo lubrificante. Estas camadas são geralmente aplicadas por um revestimento de um material de rolamento primeiro aderida ao suporte e pelo menos uma camada adicional de um material de rolamento aderida à superfície do material de rolamento em  
15 primeiro lugar. A superfície externa deste último material de rolamento forma a superfície real de deslizamento que interage com o eixo.

É relevante notar que a importancia das camadas não se restringe exclusivamente à camada deslizante. A função das camadas é antes encontrada pela interação entre elas, sendo que cada uma tem um  
20 papel específico no desempenho da bronzina, bem como uma função para com a camada adjacente. Ademais, via de regra, as bronzinas são dotadas de mais de uma camada por uma questão de longevidade da mesma. Assim, quando uma camada de deslizamento se desgasta, a outra camada entrará em contato com o filme de óleo a partir desse momento, passando a  
25 atuar como camada deslizante, ou de desgaste. Nessas circunstâncias, a camada aplicada sobre o material base (camada primária) tem como objetivo oferecer resistência ao engripamento e, atuar também com desempenho razoável como camada deslizante.

Tipicamente, a camada primária tem desempenho inferior tanto  
30 na acomodação dos pequenos desalinhamentos entre a superfícies da bronzina e a superfície do eixo, como na capacidade de acomodar as partículas presentes no filme de óleo que provocariam o riscamento ou

desgaste das superfícies.

Com tal cuidado em mente tem sido propostas soluções cujo desenvolvimento está constituído de diversas camadas, cada qual com uma função definida que visa o melhor rendimento tribológico, com vista a evitar os problemas até agora enunciados.

Uma dessas soluções pode ser exemplificada através da deposição de alumínio e estanho, através do processo *sputter*, sobre uma camada primária de material da bronzina. Tais mancais têm como principal característica a vantagem de suportarem elevada capacidade de carga. De todo o modo, o inconveniente é que a camada depositada tem baixa sensibilidade a grandes variações ou descontinuidades no filme de óleo, resultando numa potencial degradação da bronzina e comprometendo o desempenho a longo prazo, prejudicando o funcionamento do motor, ou mesmo a sua falha.

O pedido de patente GB 2465852 descreve uma camada polimérica deslizante com vista a melhorar o desempenho de uma bronzina/bronzina para uso em um motor que opere sob condições de trabalho pesadas. A camada polimérica descrita contém aditivos que reduzem o atrito, sendo constituída por uma matriz contendo 5% a 15% em volume de pó metálico, preferencialmente escolhido entre um grupo contendo alumínio, cobre prata, tungstênio e aço inoxidável; 1% a 15% em volume de fluoropolímero, preferencialmente PTFE ou FEP, sendo o restante uma resina de poliamida-imida.

Note-se que a grande característica desta camada polimérica deslizante é que ela não sofre desgaste e permanece na bronzina durante toda a sua vida útil, dotando-a de uma capacidade de carga superior ao convencionalmente encontrado em outras bronzinas. Tal efeito encontra geralmente desempenho superior quando pó de alumínio é utilizado. De todo o modo, a bronzina revelada por este documento britânico apresenta uma desvantagem. A ausência de uma camada depositada por processo *sputter* reduz a capacidade de carga da bronzina. Se for aliada esta desvantagem à crescente demanda por motores de combustão interna mais carregados,

esta bronzina seguramente tem a sua aplicação limitada.

Outra bronzina do estado da técnica é descrito pela patente norte-americana US7.541.086. Ao contrário do documento apontado acima, a bronzina agora revelada apresenta uma configuração construtiva dotada de camada depositada por processo *sputter*. A simples existência desta  
5 de camada depositada já indica que a bronzina tem maior capacidade de carga e resistência ao desgaste. De todo modo, a novidade do documento não reside neste fato, haja vista que bronzinas dotadas de camadas depositadas por processo *sputter* já há muito são conhecidas.

Assim sendo, a bronzina apresentada por esta patente assenta em um ponto fundamental. A criação de uma camada polimérica deslizante, aplicada em cima da camada depositada. Note-se, no entanto, que esta camada deslizante polimérica nada tem a ver com a camada deslizante polimérica do documento GB 2465852 já que se trata de uma camada  
15 polimérica de sacrifício dotada de dissulfato de molibdênio que, como se sabe, é um excelente lubrificante.

No entanto, a configuração química do polímero não foi projetada para que perdure durante a vida útil da bronzina. Antes pelo contrário, o objetivo é que esta camada polimérica se desgaste durante as  
20 primeiras horas de funcionamento, de modo a que o dissulfato de molibdênio se liberte do polímero para ficar embebido na camada depositada.

Por consequência, ao final de algumas horas de funcionamento, a bronzina descrita neste documento tem uma configuração construtiva equivalente aquelas do estado da técnica, ou seja, comporta-se como uma  
25 bronzina cujo principal elemento que apresenta desempenho em sua durabilidade é a camada deslizante de pulverização catódica. Em decorrência, esta bronzina não consegue garantir elevada capacidade de carga, embora apresente boa resistência ao engripamento.

Estes dois documentos sintetizam a grande dificuldade em se  
30 obter uma bronzina capaz de oferecer um ponto de equilíbrio entre resistência ao engripamento e elevada capacidade de carga. Naturalmente que estas características sempre foram perseguidas, mas não

materializadas, nem nas atuais solicitações, quanto mais nas futuras demandas que a indústria automóvel tão veementemente tem proclamado como fundamentais.

5 Razão para tal são os valores limites usualmente encontrados  
pelos mancais das técnicas anteriores. Nesse sentido, note-se que o valor  
de capacidade de carga de uma bronzina dotado de uma camada deslizante  
de pulverização catódica varia usualmente entre 100 MPa e 120 MPa, sendo  
que a carga de engripamento usual é da ordem de 50 MPa a 60 MPa. Na  
tentativa de melhorar a resistência ao engripamento, mancais bimetálicos  
10 com polímero podem alcançar valores na ordem de 85 MPa a 90 MPa, de  
todo o modo, a capacidade de carga usual é de cerca de 70 MPa a 80 MPa.  
Tais valores demonstram claramente a dificuldade em se conciliar uma  
melhoria de uma das propriedades sem que haja uma significativa  
penalização da outra.

15 Naturalmente que conciliar tecnologias é algo possível, mas  
muitas vezes inviabilizado pelo elevado custo de desenvolvimento e de  
produção industrial. Nesse sentido, sempre se tentou alcançar mancais mais  
duráveis através das simples modificações das camadas e não através de  
uma combinação de camadas.

20 Faz-se assim necessário encontrar uma bronzina que consiga  
conciliar as características responsáveis pela durabilidade da bronzina, por  
forma a que este tenha um valor de capacidade de carga igual ou superior a  
120 MPa e valor para a carga de engripamento superior a 85 MPa.

#### Objetivos da invenção

25 É, portanto, um objetivo da presente invenção prover uma  
bronzina capaz de conciliar diferentes características responsáveis pela  
durabilidade da bronzina, por forma a que se obtenha, concomitantemente,  
um aumento do valor de capacidade de carga e da resistência ao  
engripamento.

30 É, também, um objetivo da invenção prover uma bronzina  
compreendendo ao menos uma camada de pulverização catódica  
(*sputtering*) que recebe uma camada polimérica deslizante, sendo que o

revestimento polimérico mantém-se operacional durante toda a vida útil da bronzina.

É, ainda, um objetivo da invenção prover uma bronzina compreendendo ao menos uma camada de pulverização catódica  
5 (*sputtering*) dotada de um revestimento polimérico, a camada deslizante polimérica sendo constituída, entre outros elementos, de uma liga de metal macio.

#### Breve descrição da invenção

Os objetivos da presente invenção são alcançados por uma  
10 bronzina para motores de combustão interna, a bronzina sendo dotada de um material base ferroso sobre o qual são aplicadas, sequencialmente, uma camada primária de uma liga de bronze e uma camada depositada, sendo que sobre a camada depositada é aplicada uma camada de deslizamento compreendendo uma matriz polimérica de poliamida-imida dotada de um  
15 metal macio, um fluoropolímero e um material à base de silano, a bronzina sendo capaz de suportar uma carga de engripamento superior a 85 MPa.

#### Descrição resumida dos desenhos

A presente invenção será, a seguir, mais detalhadamente descrita com base em um exemplo de execução representado nos  
20 desenhos. As figuras mostram:

Figura 1 - é uma representação das camadas da bronzina da presente invenção;

Figura 2 - é uma fotografia das camadas da bronzina da presente invenção;

25 Figura 3 - é um gráfico comparativo da bronzina do estado da técnica com a bronzina da presente invenção; e

Figura 4 - é uma fotografia comparativa da bronzina do estado da técnica com a bronzina da presente invenção após um teste de motor de 1000 horas.

#### 30 Descrição detalhada dos desenhos

As figuras 1 e 2 representam uma vista em corte transversal de uma bronzina da presente invenção. De modo preferencial, mas não

obrigatório, a bronzina 1 da presente invenção é compreendida por um material base 10 ferroso sobre o qual é aplicada uma camada primária 2 de uma liga de bronze. A camada primária 2 recebe ainda uma camada depositada 4 por pulverização catódica (*sputtering*) que recebe, por sua vez, uma camada deslizante 5 compreendendo uma matriz polimérica de Poliamida-imida contendo um metal macio, um fluoropolímero e um material à base de silano. Em uma configuração alternativa, que equivale à representação da figura 1, a bronzina 1 é dotada de uma camada de ligação 3 que é aplicada sobre a camada primária 2, a camada de ligação 3 tem como objetivo promover uma melhor associação entre a camada primária 2 e a camada depositada 4.

Com referência às particularidades da bronzina 1 da presente invenção, note-se que o material base 10 é compreendido por uma liga ferrosa, preferencialmente um aço de baixo ou médio carbono dotado de uma espessura entre 1mm e 5mm.

No tocante à camada primária 2, a sua composição é preferencialmente de 4% a 8% de estanho, 1% a 4% de bismuto, 1% a 3% de níquel sendo o restante cobre. A liga de cobre tem uma espessura entre 150 a 400 microns. Note-se que esta camada primária 2 pode ou não conter chumbo.

A camada de ligação 3, quando existente, é compreendida por níquel e cromo, possuindo uma espessura entre 1 e 5 microns.

A camada depositada 4 por pulverização catódica (*sputtering*) é compreendida por 1% a 40% de estanho, 1% de silício, 1% de cobre, 2% de ferro, sendo o restante de alumínio. A espessura da camada depositada 4 varia entre 3 a 20 microns.

Como foi acima revelada, a invenção se refere ao depósito desta camada deslizante 5 polimérica sobre uma camada depositada 4 por pulverização catódica. Mais especificamente, a camada deslizante 5 polimérica compreende uma matriz polimérica de poli-imida-imida dotada de um metal macio, um fluoropolímero e um material à base de silano.

Preferencialmente, a camada deslizante 5 tem uma



concentração de 1 a 14% de volume de metal macio (na forma de pó ou flocos), mais preferencialmente de 11 a 14%, com uma concentração ideal de 12,5%. O metal macio pode ser escolhido entre ligas de alumínio, cobre, ligas de cobre, prata, tungstênio, e inox.

5                    Em uma forma preferida da invenção, a camada deslizando compreende um pó de alumínio com partículas inferiores a 5 microns. A forma do metal poderá ser trabalhada para que resulte em uma área máxima, melhor orientação do metal macio na matriz polimérica e, conseqüentemente, um desempenho melhor quanto à absorção de  
10 partículas presente no fino filme de óleo.

                    Preferencialmente, a camada deslizando 5 tem uma concentração de 2 a 8% de volume de fluoropolímero. Tal fluoropolímero pode ser escolhido entre politetrafluoroetileno e de etileno-propileno fluorado, preferencialmente o fluoropolímero da camada deslizando 5 é  
15 politetrafluoroetileno (PTFE) cuja quantidade é de 5,7%. Note-se que o uso deste fluoropolímero reduz o coeficiente de atrito da bronzina e melhora as suas propriedades lubrificantes.

                    A matriz polimérica que consiste de camada deslizando 5 também contém um material silano. Esses materiais promovem estabilidade  
20 da matriz e promovem adesão do material à camada depositada 4 por pulverização catódica. O material silano pode ser escolhido entre gamma-aminopropiltrietoxissilano ou bis-(gamma-trimetoxissililpropil)amina, preferencialmente o material silano é de gamma-aminopropiltrietoxissilano. A camada deslizando preferencialmente tem uma concentração de 3 a 6% de  
25 volume de um material ou de uma mistura de materiais silanos, sendo preferencialmente 4,8%.

                    A matriz polimérica da camada deslizando 5 compreende ainda uma quantidade inferior a 0,1% de outros elementos, sendo o restante de poli-imida-imida, o que usualmente resultará em uma quantidade de 77%.

30                    Finalmente a espessura da camada deslizando 5 encontra-se entre 5 a 20 microns, preferencialmente de 7 a 20 microns.

                    Em síntese, novo conceito da presente invenção passa pela

associação combinada de uma camada depositada 4 por meio de pulverização catódica (sputtering) com uma camada de deslizamento 5 de matriz polimérica. A intenção era conciliar as melhores propriedades de cada solução. Por um lado seria razoável pensar-se que a camada depositada 4  
5 garantisse uma boa resistência ao desgaste e boa capacidade de carga e, por outro lado, que a camada deslizante 5 polimérica oferecesse uma boa resistência ao engripamento. Seria assim de esperar que, na melhor das hipóteses se alcançasse uma combinação dos valores encontrados no estado da técnica, isto é, alcançar uma bronzina 1 com valor de capacidade  
10 de carga igual 120 MPa e um valor para a carga de engripamento igual ou maior que 85 MPa.

Surpreendentemente, a inédita combinação superou os resultados esperados, tendo-se alcançado valores de até 150 MPa para a capacidade de carga e de 90 MPa para a carga de engripamento, valores  
15 esses notoriamente superiores à simples expectativa quando analisados os resultados do estado da técnica.

Desta forma, a configuração construtiva da presente invenção superou a expectativa inicial, justificando completamente a nova bronzina 1 no tocante ao custo. Por outras palavras, é compreensível afirmar que o  
20 custo de uma bronzina 1 da presente invenção é superior àqueles que utilizem apenas parte de suas camadas. Assim, em um primeiro momento, seria de se esperar que a bronzina 1 da presente invenção fosse comercialmente inviável. No entanto, os excelentes resultados tribológicos alcançados garantem uma longevidade a um motor de combustão interna  
25 muito superior ao normal, inclusive naqueles motores mais modernos cujas solicitações são consideravelmente maiores. Desta forma, o resultado alcançado pela bronzina 1 da presente invenção é tão superior aqueles do estado da técnica que se antevê como um sucesso comercial por conseguir levar um motor além dos atuais limites e durante mais tempo, mesmo em  
30 condições de fraca lubrificação.

Tais efeitos inéditos e inesperados são devidos, provavelmente, a um novo mecanismo e uma nova função sobre os quais a adição de flocos

ou pós de metais macios na matriz polimérica da camada deslizante 5 tem especial impacto.

O estado da técnica, nomeadamente a patente da Miba, especifica claramente que não devem ser utilizados metais macios na  
5 camada polimérica, uma vez que esta ao decompor-se, provocaria a transferência destes particulados de metal fino para o óleo e, consequentemente, um potencial risco da bronzina, ou seja, um desgaste precoce. O princípio da presente invenção tem critério distinto ao exigir a presença de um metal macio na composição da camada deslizante 5  
10 polimérica.

Entende-se que a função dos flocos ou pós de metal macio inseridos na camada deslizante 5, considerando que a camada polimérica se mantém associada a bronzina durante toda a vida deste, tem um efeito protetor no motor. Tal metal, tal como por exemplo alumínio, facilitam na  
15 absorção das partículas residuais presentes no óleo lubrificante, impedindo que estas provoquem danos no motor.

Em casos de perturbação localizada na bronzina, decorrentes de alta carga e elevada velocidade, o impacto pode ir além da camada deslizante 5 polimérica. Nesse sentido, a configuração construtiva da  
20 bronzina 1 da presente invenção trabalha para que a camada depositada 4 seja capaz de absorver parte desses impactos nocivos. Tal efeito advém do fato de sua composição química também ser dotada de metais macios. Assim, as camadas depositada 4 e deslizante 5 trabalham em conjunto, oferecendo maior dificuldade para que a bronzina 1 se desgaste.

É essa mesma dinâmica entre as duas camadas 4,5 que resulta  
25 em uma bronzina com superior resistência ao engripamento e com alta capacidade de carga. Nesse sentido, a bronzina 1 ora descrito foi objeto de vários exames para avaliar seu desempenho em um motor de combustão interna, tendo ficado claro que esse mancal reduz fricção e melhora a  
30 resistência de raspagem ao longo da vida da bronzina.

Os resultados obtidos permitem estabelecer um valor que considere a relação entre as características duras (capacidade de carga) e

as características macias (resistência ao engripamento). Considerando que ambos os índices utilizam como unidades megapascal (Mpa), é possível determinar um índice do material (IM) que corresponda ao somatório das características duras (IH) com as características macias (IS), o que resultaria na seguinte relação:  $IM = IH + IS$ .

A tabela abaixo apresenta uma comparação do índice de material (IM) de bronzinas do estado da técnica frente à bronzina 1 da presente invenção.

Tabela 1.

Características do material	IH MPa	IS MPa	IM MPa
Bi metálico AlSnSi com polímero (GB 2465852)	80	90	170
Pulverização catódica AlSn (US7.541.086)	120	50	170
Pulverização catódica AlSn AlSn com polímero	150	90	240

Tal como se pode observar pela tabela acima, a bronzina 1 da presente invenção alcançou um índice de material mais de 40% superior aos melhores valores do estado da técnica, evidenciando assim a sua notória vantagem.

As imagens da figura 4 mostram que ótimos resultados foram obtidos em um exame de 1000 horas observe-se que a bronzina superior da figura 4 representa a bronzina do estado da técnica e a bronzina inferior representa a presente invenção, sendo que o mais impressionante é que ao final de 1000 horas, a bronzina 1 da presente invenção não apresenta sequer riscamento, evidenciando a sua notória superioridade.

Este exame foi realizado usando um motor diesel pesado. A carga de capacidade aplicada foi 85 MPa.

Por sua vez, a figura 3 representa um teste realizado entre uma bronzina da presente invenção com outro do estado da técnica.

Este exame foi realizado em teste de bancada onde o óleo do teste foi ligado e desligado para avaliar o desempenho da bronzina sobre a

resistência de raspagem sob condições de mínima lubrificação. O exame foi realizado nas seguintes etapas:

1) Motor do teste de bancada ligado por 15 minutos com lubrificação adequada.

5                   2) Lubrificação adequada para 3 minutos, depois o abastecimento do óleo é cortado em 90 segundos.

3) Lubrificação adequada para 3 minutos, depois o abastecimento do óleo é cortado em 120 segundos.

10                 4) Lubrificação adequada para 3 minutos, depois o abastecimento do óleo é cortado em 150 segundos.

15                  A bronzina 1 ora revelada nesta presente invenção passou todas as etapas sem que ocorresse a raspagem na bronzina. Uma bronzina de técnica anterior falhou quatro dos cinco testes, onde três das falhas aconteceram logo na primeira etapa. Naturalmente esta é uma diferença no mínimo considerável.

Assim, resta evidente a clara vantagem da bronzina 1 da presente invenção, onde a combinação dos elementos químicos disposta em tão específica configuração construtiva originaram resultados excelentes não antes alcançados.

20                  Tendo sido descrito um exemplo de concretização preferido, deve ser entendido que o escopo da presente invenção abrange outras possíveis variações, sendo limitado tão somente pelo teor das reivindicações apensas, aí incluídos os possíveis equivalentes.

## REIVINDICAÇÕES

1. Bronzina para motores de combustão interna, a bronzina (1) sendo dotada de um material base (10) ferroso sobre o qual são aplicadas, sequencialmente, uma camada primária (2) de uma liga de bronze e uma  
5 camada depositada (4), caracterizada pelo fato de que sobre a camada depositada (4) é aplicada uma camada de deslizamento (5) compreendendo uma matriz polimérica de poli-imida-imida dotada de um metal macio, um fluoropolímero e um material à base de silano, a bronzina (1) sendo capaz de suportar uma carga de engripamento superior a 85 MPa.
- 10 2. Bronzina de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a camada depositada (4) é depositada por meio de pulverização catódica.
3. Bronzina de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a camada de deslizamento (5) compreende entre 1% a 15% em  
15 volume, preferencialmente 11% a 14% em volume do metal macio.
4. Bronzina de acordo com as reivindicações 1 a 3, caracterizada pelo fato de que a camada de deslizamento (5) compreende 12,5% em volume do metal macio.
5. Bronzina de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo  
20 fato de que o metal macio da camada de deslizamento (5) é alumínio na forma de flocos ou pó.
6. Bronzina de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a camada de deslizamento (5) compreende entre 2% a 8% em volume do fluoropolímero.
- 25 7. Bronzina de acordo com as reivindicações 1 e 6, caracterizada pelo fato de que o fluoropolímero é do tipo Politetrafluoretileno (PTFE).
8. Bronzina de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a camada de deslizamento (5) compreende entre 3% a 6% em  
30 volume do material à base de silano.
9. Bronzina de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que o material base (10) é compreendido por um aço de baixo ou

médio carbono.

10. Bronzina de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a camada depositada (4) compreende uma liga de metal constituída de alumínio e estanho.

5                   11. Bronzina de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a camada de deslizamento (5) é dotada de uma espessura entre 5 e 20 microns, preferencialmente entre 7 e 20 microns.

12. Bronzina de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a camada depositada (4) é dotada de uma espessura entre  
10   3 e 20 microns, preferencialmente entre 5 e 20 microns.

13. Bronzina de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que uma camada de ligação (3) é aplicada sobre a camada primária (2), a camada de ligação (3) promovendo a associação entre a camada primária (2) e a camada depositada (4).

15                   14. Bronzina de acordo com a reivindicação 13, caracterizada pelo fato de que a camada de ligação (3) é dotada de uma espessura entre 3 e 20 microns, preferencialmente entre 1 e 5 microns.

15. Bronzina de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a camada de deslizamento (5) se mantém funcionalmente  
20 associada à camada depositada (4) durante toda a vida da bronzina (1).

16. Bronzina de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que suporta uma capacidade de carga entre os 120 MPa e 150 MPa, preferencialmente entre 140 MPa e 150 MPa.

17. Bronzina de acordo com a reivindicação 1, caracterizada  
25 pelo fato de que suporta uma carga de engripamento entre os 85 MPa e 90 MPa.

18. Bronzina para motores de combustão interna, a bronzina (1) caracterizada pelo fato de que compreende uma camada depositada (4) pode deposição catódica sobre a qual é aplicada uma camada de  
30 deslizamento (5), a camada de deslizamento (5) compreendendo uma matriz polimérica dotada de um metal macio, o índice de material (IM) da bronzina (1) sendo superior a 170 Mpa.

1/2

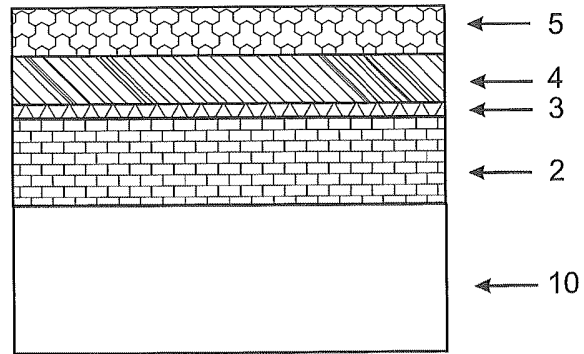


FIG. 1

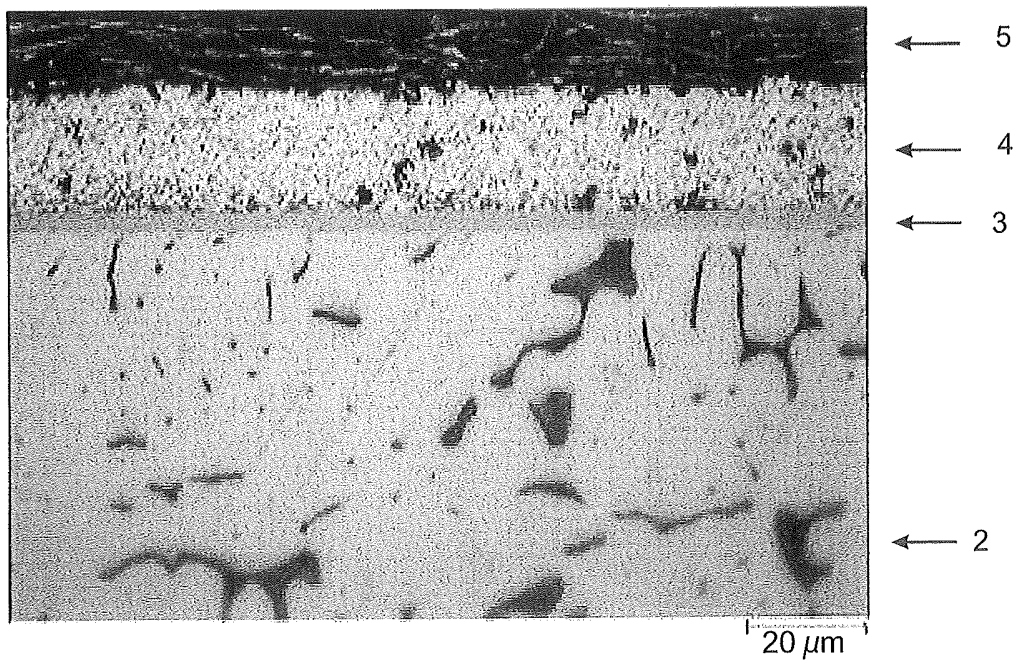


FIG. 2



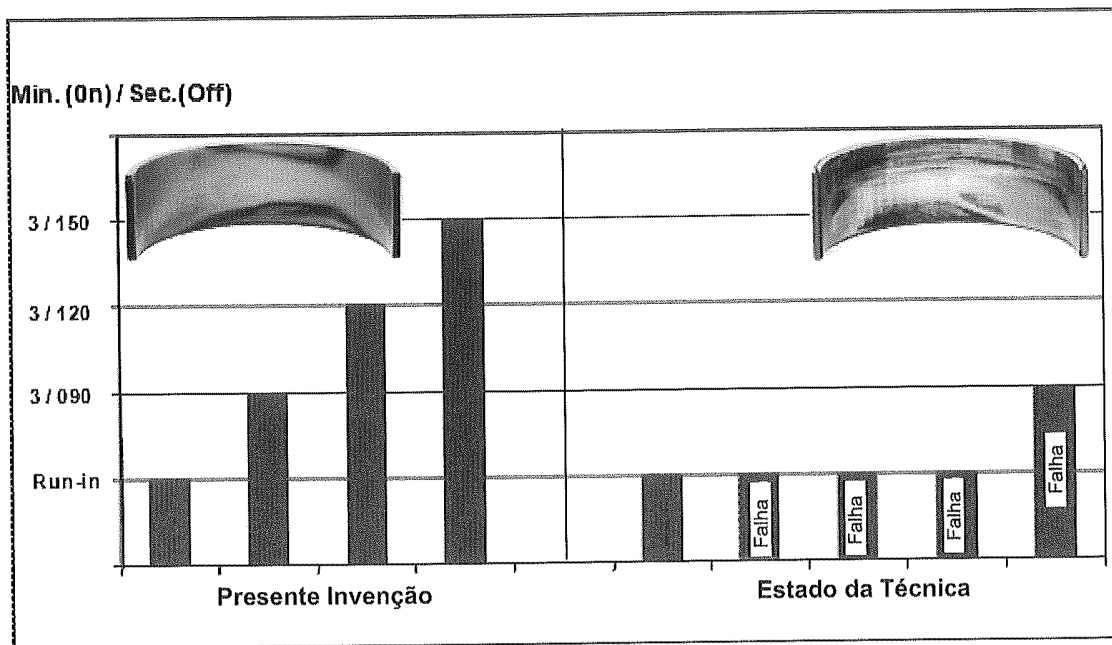


FIG. 3

Falha

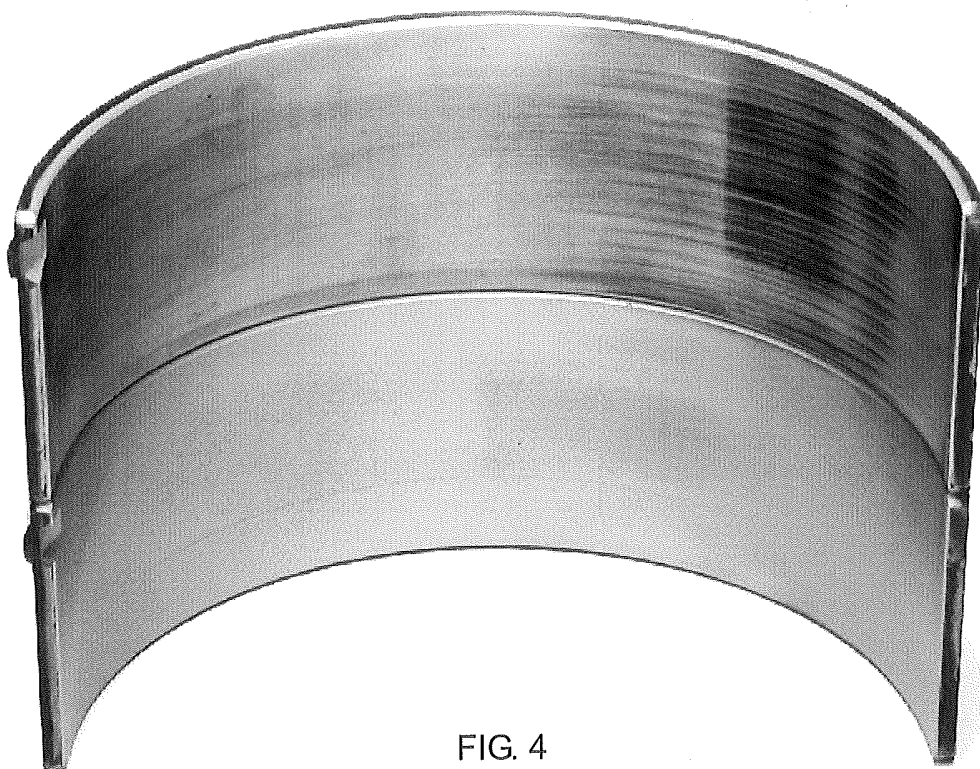


FIG. 4

## RESUMO

Patente de Invenção: **"BRONZINA PARA MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA".**

A presente invenção refere-se uma bronzina (1) para motores de  
5 combustão interna, Bronzina (1) essa que é cuja associação combinada de  
uma camada depositada (4) por meio de pulverização catódica (sputtering)  
com uma camada de deslizamento (5) de matriz polimérica melhora as  
propriedades de capacidade de carga e resistência ao engripamento para  
valores superiores a 120 MPa e 85 MPa respectivamente, resultando em um  
10 índice de material (IM) superior a 170 MPa.