



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0605175-8 B1



* B R F I O 6 0 5 1 7 5 B 1 *

(22) Data do Depósito: 05/12/2006

(45) Data de Concessão: 21/01/2020

(54) Título: ANEL DE PISTÃO PARA MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

(51) Int.Cl.: F16J 9/20; F02F 5/00.

(73) Titular(es): MAHLE INTERNATIONAL GMBH; MAHLE METAL LEVE S/A.

(72) Inventor(es): MAURÍCIO CIMINELLI DUARTE DE SOUZA; ANTÔNIO EDUARDO MEIRELLES TOMANIK.

(57) Resumo: ANEL DE PISTÃO PARA MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA. A presente invenção refere-se a um anel de pistão (10), particularmente um anel de compressão, para motores de combustão interna, compreendendo um corpo anelar (11) tendo uma porção aberta de ajuste (13) formado por pontas (14A, 14B) dito como anelar (11) adicionalmente tendo uma face de contato (12) ao longo de seu perímetro para contatar a parede do cilindro em operação, dita face de contato (12) tendo um perfil abaulado, dito perfil abaulado tendo em qualquer das suas seções transversais uma área de máxima curvatura, cujo raio de curvatura aumenta em direção as pontas (14A,14B).

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

Campo da invenção

A presente invenção refere-se a um anel de pistão para motores
 5 de combustão interna e, mais particularmente, a um anel de pistão, compreendendo um corpo anelar tendo um espaço formado pelas pontas.

Técnica anterior

Nos motores de combustão interna, o anel de pistão apresenta
 um perfil abaulado, em sua face de contato contra o cilindro de tal motor. O
 10 perfil abaulado pode ser simétrico ou mais costumeiramente assimétrico, sendo que neste último caso o ponto mais alto do perfil exibindo uma curvatura máxima se encontra ligeiramente deslocado para o flanco inferior.

Na operação do motor de combustão, o perfil do anel modifica-se devido ao desgaste, assumindo ligeiramente uma forma cônica. Este perfil tem forte influência na raspagem de óleo e na distribuição de pressão de
 15 contato, conseqüentemente na taxa de desgaste do anel.

Devido às condições de funcionamento do motor, a temperatura no diâmetro interno se torna maior que no diâmetro externo do anel. Tal gradiente térmico provoca uma diferenciada dilatação do anel, sendo maior
 20 no diâmetro externo do que no interno.

Como conseqüência dessa diferenciada dilatação, a região das pontas exerce uma pressão muito maior contra o cilindro do que em outras regiões do anel, provocando um maior desgaste nessa região de pontas e até mesmo, em casos localizados, uma falha prematura por excesso de
 25 pressão.

Como conseqüência do maior desgaste, na região próxima as pontas a costumeira camada dura presente na face de contato do anel pode se desgastar completamente, determinando o fim prematuro da vida útil do
 anel.

30 Para solucionar tal problema de desgaste localizado, diversas soluções que se baseiam em 2 conceitos principais são conhecidas:

- 1) Uma diferente forma livre do anel, de modo a contrabalançar,

em parte, as deformações que ocorrem durante seu funcionamento e que levam a maior desgaste na ponta.

Neste sentido, o documento de patente EP 0545094 se refere a um de anel de pistão com tensão própria tendo uma distribuição desigual de
5 pressão de tal modo que a pressão máxima é deslocada para regiões do lado direito e esquerdo das pontas, sendo que a pressão radial nos espaços entre as pontas cai para menos que zero.

Soluções similares são descritas nos documentos de patente JP 2001263488 e DE 4310249.

10 2) Uma seção transversal mais fina na região próxima às pontas, de modo que mesmo com as deformações que surgem com o funcionamento, ocorra uma melhor acomodação da região das pontas do anel ao cilindro. Em tais regiões próximas as pontas, a seção transversal é reduzida, seja radialmente, seja transversalmente, o que as torna mais flexíveis.

15 Estas regiões mais flexíveis transmitem menor pressão à parede do cilindro e com isso minimizam o desgaste no próprio anel.

O documento de patente EP 0253069 descreve uma solução de um anel de pistão com tensão própria para máquinas de alta velocidade, contendo bordas finas na parte de baixo de cada região de ponta. Cada bor-
20 da fina se torna um cônico que se estende por uma certa extensão do perímetro do anel de pistão.

O documento de patente US 2002041071 descreve um anel de compressão que inclui um espaço definido pelas primeira e segunda extre-
25 midades da superfície. Um anel de suporte é situado diametricamente oposto ao espaço entre as pontas. Em comparação com o anel de suporte, a região da primeira e segunda extremidades é reduzida exclusivamente.

Uma solução similar é descrita no documento de patente JP 2000-120866.

30 Além disso, é sabido também que com o aumento da extensão da face do anel que efetivamente contata o cilindro, diminui a pressão de contato e conseqüentemente a taxa de desgaste (Tomanik, 2000 e Tomanik/Ferrarese 2002).

Objetivo da invenção

É objetivo da presente invenção prover um anel de pistão para motor de combustão interna que apresenta reduzido desgaste localizado na região das pontas, aumentando assim a sua vida útil e minimizando o risco de uma falha por pressão excessiva em tal região das pontas.

Sumário da invenção

O objetivo da invenção é alcançado através de um anel de pistão para motor de combustão interna, apresentando uma face de contato com um perfil abaulado, dito perfil tendo em qualquer de suas seções transversais uma área de máxima curvatura cujo raio de curvatura aumenta em direção das pontas.

O anel de pistão de acordo com a presente invenção consequentemente possui uma face de contato com um raio de curvatura que se diferencia ao longo do perímetro do anel.

A cada seção transversal, o perfil abaulado possui uma curvatura que alcança o máximo em um certo ponto.

O círculo da curvatura neste ponto tem um raio de curvatura que aumenta quando se aproxima das pontas.

A face de contato do anel de pistão de acordo com a invenção, portanto, tem duas regiões, começando de cada ponta, que tem um formato diferente comparado com o restante da face de contato do anel. Dessa forma, com relação à seção transversal da face de contato do anel, seu perfil se torna menos abaulado em direção as pontas, como por exemplo, sua curvatura se torna mais retilínea (ou menos abaulada) quando se aproxima das pontas, ditas pontas sendo regiões aonde usualmente ocorre um maior desgaste.

Conseqüentemente, nas regiões de pontas, a face de contato do anel mostra uma área maior com relação a parede do cilindro, reduzindo assim, a efetiva pressão de contato e por conseqüência o desgaste da face de contato do anel durante a operação do motor.

Assim, nesta diferenciada região de perfil abaulado da face de contato do anel, ocorre um melhor assentamento na distribuição de contato

12
21

entre a face de contato e a parede adjacente do cilindro, resultando em uma minimização do desgaste e um aumento da vida do anel de pistão de acordo com a invenção, o que ocasiona também um aumento da vida do motor.

5 A transição entre o perfil na ponta e o do restante do anel é feita de modo gradativo e especialmente com extensão de 0 a 90 graus, preferencialmente de 0 a 30 graus, na face de contato, com relação ao espaço entre as pontas. O perfil abaulado da face de contato do anel é preferivelmente produzido por processo de retífica ou lapidação.

Descrição dos Desenhos e Configurações preferidas

10 A presente invenção será descrita a seguir, fazendo referência aos desenhos, as quais:

A figura 1 representa uma visão esquemática de uma configuração de um anel de pistão de acordo com a invenção.

15 As Figuras 2A e 2B representam visões esquemáticas em seção transversal de forma simétrica (figura 2A) e assimétrica (figura 2B) da face de contato abaulada em uma posição A-A ao longo do perímetro do anel de pistão em uma determinada distância, afastada, com relação às pontas que definem o espaço do anel.

20 As Figuras 3A e 3B representam visões esquemáticas em seção transversal de forma simétrica (figura 3A) e assimétrica (figura 3B) da face de contato abaulada em uma posição B-B ao longo do perímetro do anel de pistão próximo às pontas.

A figura 4 mostra uma máxima pressão de contato com aspereza/rugosidade como função da área efetiva do contato e velocidade.

25 A figura 5 mostra uma pressão de contato com aspereza/rugosidade ao longo do perfil da face de contato para diferentes tamanhos de plano

A figura 6 mostra um plano de desgaste normalizado (valores experimentais e de simulação)

30 Descrição detalhada da invenção

A figura 1 representa uma visão esquemática de uma configuração de um anel de pistão de acordo com a invenção, particularmente um

14
21

anel de compressão. O anel de pistão 10 compreende um corpo anelar 11 com uma extremidade do lado superior 16, uma extremidade do lado inferior 17 e uma face de contato externa 12 para contatar a parede do cilindro durante o funcionamento do motor (não mostrado). O anel de pistão 10 adicionalmente compreende uma porção aberta de ajuste 13 com duas extremidades ou pontas 14A,14B confrontando uma com a outra e definindo um espaço do anel 15.

As Figuras 2A, 2B representam visões esquemáticas em seção transversal de forma simétrica (figura 2A) e assimétrica (figura 2B) da face de contato abaulada 12 em uma posição A-A ao longo do perímetro do anel de pistão. A figura 2B mostra que em caso de uma face de contato abaulada assimétrica do anel 12, o maior ponto do perfil exibindo uma máxima curvatura é levemente deslocado para a extremidade do lado inferior 17 do corpo anel do anel 11.

As Figuras 3A, 3B representam visões esquemáticas em seção transversal de forma simétrica (figura 3A) e assimétrica (figura 3b) da face de contato abaulada 12 em uma posição B-B ao longo do perímetro do anel de pistão. figura 3B mostra que em caso de uma face de contato abaulada assimétrica do anel 12, o maior ponto do perfil exibindo uma máxima curvatura é levemente deslocado para a extremidade do lado inferior 17 do corpo anel do anel 11.

As Figuras 2A e 2B e as figuras 3A e 3B, respectivamente, mostram diferentes seções transversais da face de contato 12, localizadas em diferentes posições ao longo do perímetro do anel. A posição da seção transversal A-A é localizada em uma determinada distância, afastada, com relação às pontas 14A,14B. Na presente configuração, a seção transversal A-A é localizada em um ângulo de aproximadamente 90 graus contados a partir da porção aberta de ajuste 13. A posição da seção transversal B-B- é localizada próxima às pontas 14A e 14B.

As Figuras 2A e 2B e as figuras 3A e 3B mostram que o perfil abaulado exhibe uma curvatura que alcança um ponto máximo em um certo ponto do perfil. Neste ponto, um círculo de curvatura pode ser definido, que

15

tenha um certo raio de curvatura. Na localidade da seção transversal A-A, os raios de curvatura R1a (figura 2A) e R2a (figura 2B), respectivamente, são menores que os raios de curvatura R1b (figura 3A) e R2b (figura 3 B) na localidade da seção transversal B-B. Isto significa que os raios de curvatura em cada seção transversal entre o ângulo de 90 graus e 0 graus aumentam gradualmente na direção das pontas 14A, 14B. Em outras palavras, o raio R1a é menor do que o raio R1b no caso de perfil com forma simétrica e o raio R2a é menor que o raio R2b no caso de perfil de forma assimétrica.

Como resultado, no começo da sua vida no motor, o anel de pistão de acordo com a invenção já tem uma maior área de contato nas regiões das pontas 14A, 14B, vindo a resultar em uma pressão de contato menor e mais distribuída, assim reduzindo o desgaste nas regiões das pontas 14A, 14B.

Conforme já mencionado anteriormente, a transição entre o perfil na ponta e o do restante do anel é feita de modo gradativo e especialmente com extensão de 0 a 90 graus, preferencialmente de 0 a 30 graus, na face de contato, com relação ao espaço entre as pontas. O perfil abaulado da face de contato do anel é preferivelmente produzido por processo de retificação ou lapidação.

Simulações numéricas feitas por computador e testes de motor foram realizadas com anéis de pistão, especificamente anéis de óleo, tendo faces de contato com áreas diferentes (denominadas "*plateau size*" nas Figuras 4 a 6 e nas referências citadas mais adiante). Em tais referências, a área de contato é constante ao longo do perímetro do anel de pistão, mas os resultados exemplificam o objeto da invenção.

A figura 4 mostra a pressão de contato com asperidade/rugosidade em nível máximo de acordo com a presente invenção e uma parede de cilindro com diferentes velocidades e áreas de contato do anel ("*plateau size*"). Com o aumento da área de contato, o máximo nível de asperidade/rugosidade da pressão de contato diminui significativamente.

A figura 5 mostra a asperidade/rugosidade da pressão de contato ao longo do perfil do anel de pistão para os diferentes casos.

Testes de motor foram realizados com anéis de óleo de acordo com a presente invenção com diferentes "*plateau sizes*" e o raio do anel de pistão foi medida. As variantes com maior "*plateau size*" apresentaram desgaste mais baixo. Para comparar numericamente os resultados experimentais e de simulação, os valores foram normalizados pelos respectivos resultados obtidos por 0.07 mm de "*plateau size*", conforme figura 6.

REFERÊNCIAS

- [1]- Mierbach, A., et al., "Heat Flow Through Piston Rings And Its Influence On Shape", 1983, SAE paper 831283.
- 10 [2]- Ma, J. et al., "The Piston Ring Shape And Its Effects On Engine Performance", 1996, SAE paper 960052.
- [3]- Hitosugi et al., JSAE 20005455.
- [4]- Tomanik, E. Nigro, F. – "Piston Ring Pack and Cylinder Wear Modelling", 2001, paper SAE 2001-01-0572
- 15 [5]- Tomanik, Ferrarese - ASME - ICE Fall Technical Conference September 2002 - New Orleans

REIVINDICAÇÕES

1. Anel de pistão (10) para motores de combustão interna, compreendendo um corpo anelar (11) tendo uma porção aberta de ajuste (13) formado por pontas (14A, 14B), dito corpo anelar (11) adicionalmente tendo
5 uma face de contato (12) ao longo de seu perímetro para contatar uma parede de cilindro em operação, caracterizado pelo fato que dita face de contato (12) ter um perfil abaulado, dito perfil abaulado tendo em qualquer de suas seções transversais uma área de máxima curvatura cujo raio de curvatura aumenta em direção as pontas (14A, 14B), tal que o anel de pistão (10)
10 compreende uma maior área de contato na região das pontas (14A, 14B) que nas demais regiões do anel de pistão para contatar uma parede de cilindro em operação.

2. Anel de pistão de acordo com reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o aumento de o raio de curvatura ser feito gradualmente em direção às pontas (14A, 14B).
15

3. Anel de pistão de acordo com reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de o aumento do raio de curvatura começar por uma posição anular de 90 graus na face de contato, com relação à porção aberta de ajuste (13), com extensão até as pontas (14A, 14B).
20

4. Anel de pistão de acordo com reivindicação 3, caracterizado pelo fato de o aumento da raio de curvatura começar por uma posição anular de 30 graus na face de contato, com relação à porção aberta de ajuste (13), com extensão até as pontas (14A, 14B).
25

5. Anel de pistão de acordo com reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de o perfil abaulado da face de contato (12) ser produzido por processo de retífica ou lapidação.

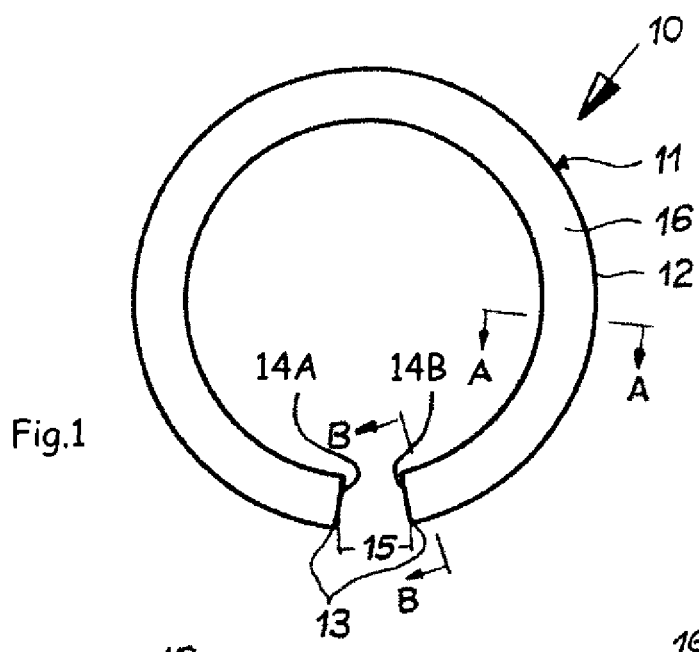


Fig.1

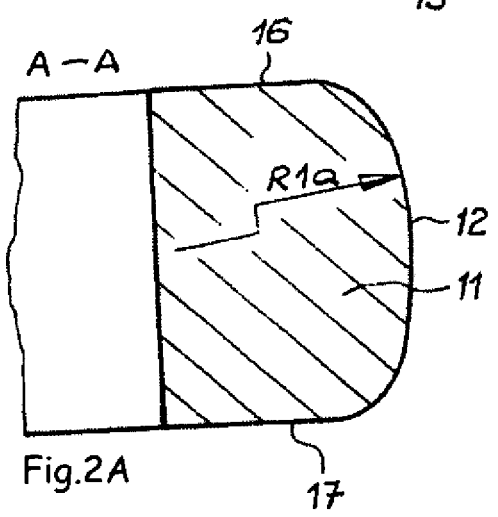


Fig.2A

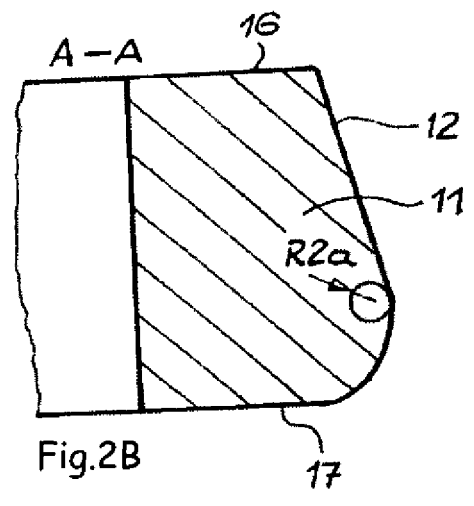


Fig.2B

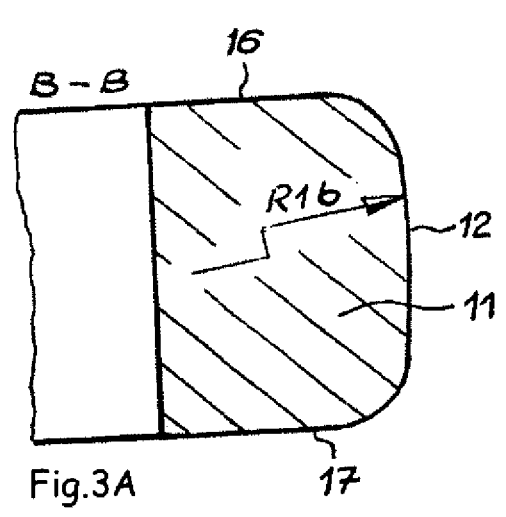


Fig.3A

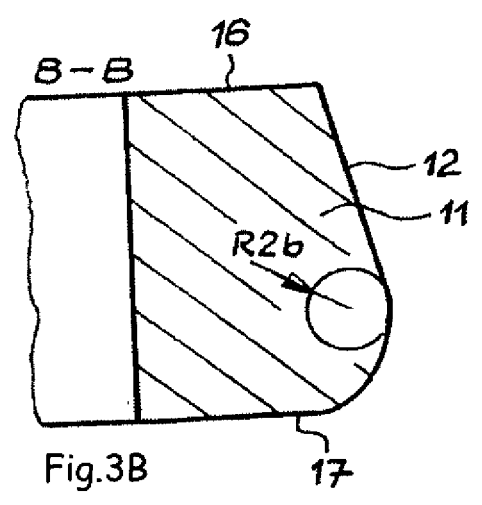


Fig.3B

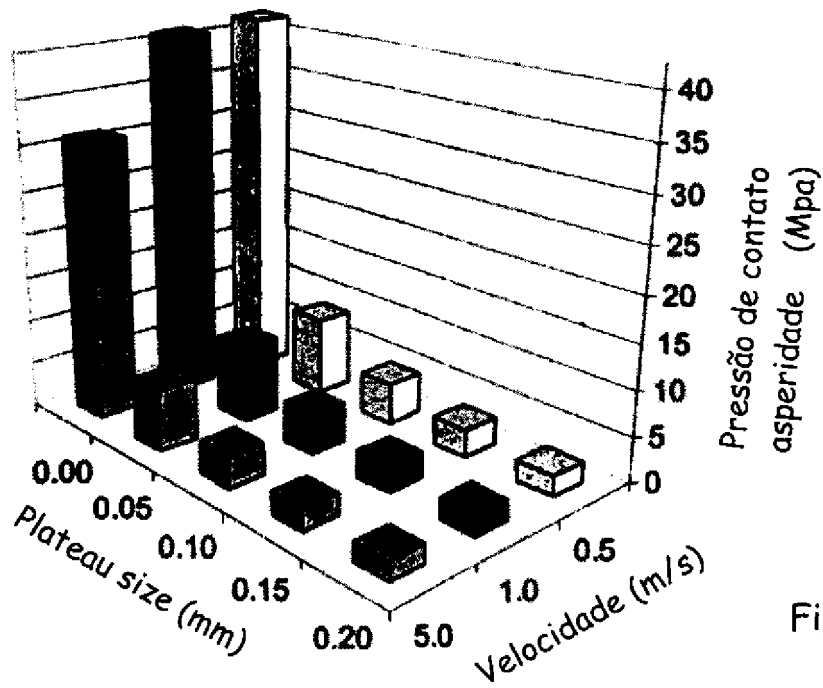


Fig.4

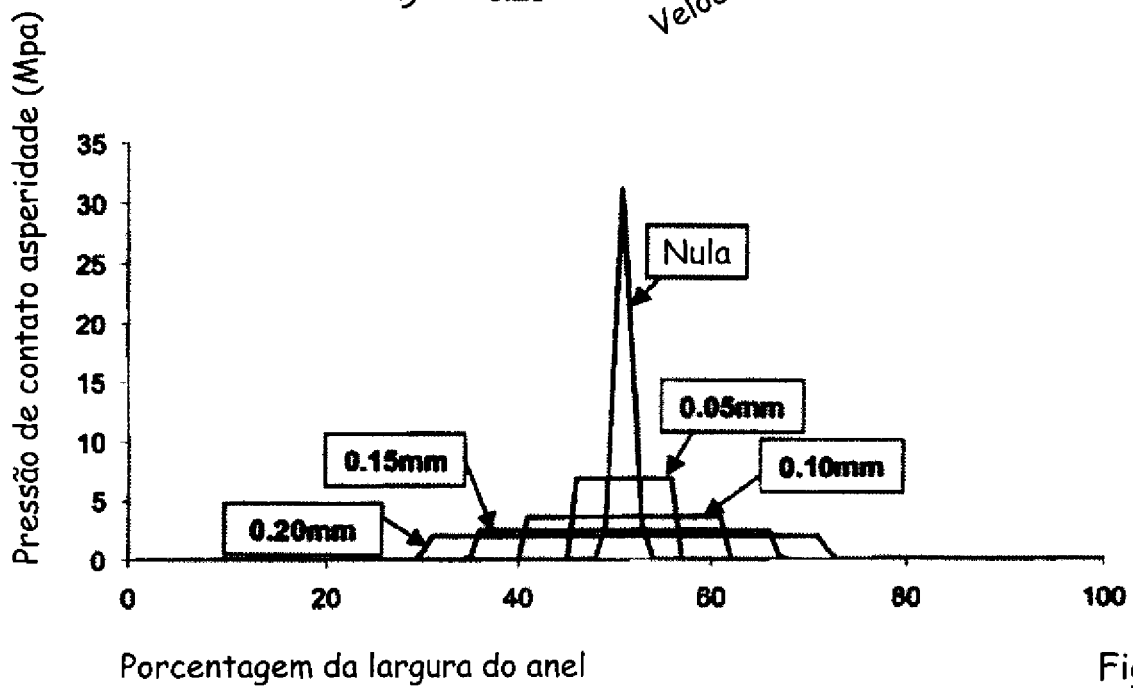


Fig.5

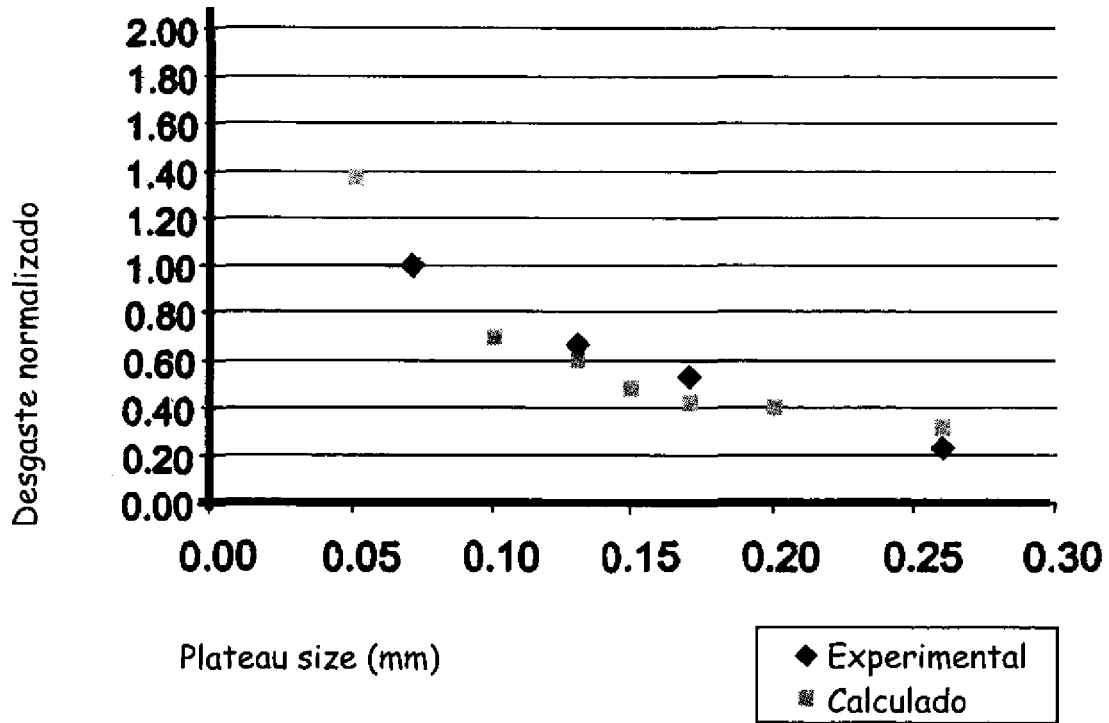


Fig.6