



ESTUDO DA FABRICAÇÃO DE PLACA INDUZIDA ACIONADA POR BOBINA ELETROMAGNÉTICA

ARTIGO ORIGINAL

GOMES, Samuel Nunes¹, NEVES, Leonardo²

GOMES, Samuel Nunes. NEVES, Leonardo. **Estudo da fabricação de placa induzida acionada por bobina eletromagnética**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 09, Ed. 05, Vol. 01, pp. 70-85. Maio de 2024. ISSN: 2448-0959, Link de acesso: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-mecanica/fabricacao-de-placa>,

DOI:

10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-mecanica/fabricacao-de-placa

RESUMO

No presente estudo foi desenvolvida uma placa induzida produzida pelo processo de sinterização com a finalidade de substituir a placa original aplicada nas bombas unitárias. Para confirmar a confiabilidade da placa sinterizada análises comparativas com diversas propriedades da placa original e a placa obtida no mercado paralelo foram feitas, tal como: de análise química, dureza superficial, corrosão e abrasão, além do teste funcional de volume de óleo em bancada e consumo de corrente elétrica. Como resultado percebeu-se que a placa produzida no processo de sinterização obteve diversas semelhanças com a placa original. Observou-se também que a placa de mercado apresentou resultados discrepantes, podendo ocasionar na bomba unitária uma performance abaixo do normal e menor durabilidade.

Palavras-chave: Placa induzida, Sinterização, Análises comparativas.

1. INTRODUÇÃO

Bombas unitárias a óleo diesel tem uma ampla aplicação em diversos sistemas de motores, desde a locomoção de pessoas, bens de consumo e serviços até sistemas energéticos. Seu funcionamento ocorre devido a queima de combustível fóssil, o óleo diesel, que deve ser injetado com precisão pela bomba unitária e pelos bicos injetores. A bomba unitária depende de uma placa induzida magnética que quando atraca



permite a passagem de combustível. Essa placa induzida, objetivo de nosso estudo, possui características próprias para que o atracamento seja eficiente.

Para fabricar estas placas de aço silício, na espessura correta e com composição química semelhante à placa original, foi necessário o desenvolvimento pelo método de sinterização, processo também denominado de metalurgia do pó. Esta técnica é uma alternativa no processamento de materiais na forma semiacabada estando presente na fabricação de diversos materiais como, ferramentas, filtros e chapas. Jesus Filho, *et al* (2005) realizou um estudo sobre materiais sinterizados na fabricação de inserto (dispositivo de vedação no motor) para assentamento da válvula dos motores a combustão interna, onde analisou-se a caracterização microestrutural, mecânica, usinagem e desgaste. Ao final do estudo foi possível conseguir um material com melhorias na composição química, obtendo-se um material mais leve e mais resistente, onde foi aprovado pela montadora, substituindo-se o material comercial já existente. Boehs *et al.* (2000) desenvolveu um trabalho referente ao aço T15 sinterizado, verificando sua resistência ao desgaste, quando empregado como ferramenta de torneamento, obteve-se excelentes resultados, como aumento da velocidade e profundidade de corte. A placa induzida sofre desgaste durante o trabalho e sua substituição tem sido um problema para os operadores que trabalham com a manutenção de bombas unitárias. Não se encontrou trabalho científico que propusesse a produção de placas induzidas pelo método de sinterização.

O objetivo deste trabalho foi comparar o desempenho das placas fabricadas e de mercado em relação aos resultados da placa originalmente aplicadas nas bombas unitárias. Para isso, foram realizados os ensaios de composição química, abrasão, corrosão e dureza mecânica, além de análises prévias de controle adicionais como consumo de corrente elétrica para atrair a placa induzida e teste funcional em bancada, que analisa o volume de óleo injetado pela bomba unitária. Após os ensaios realizados, constatou-se que a placa fabricada apresentou resultados melhores que a placa de mercado e resultados ligeiramente inferiores a placa original em termos gerais, mesmo com as diferenças encontradas a placa fabricada foi considerada apta a ser aplicada na bomba unitária.

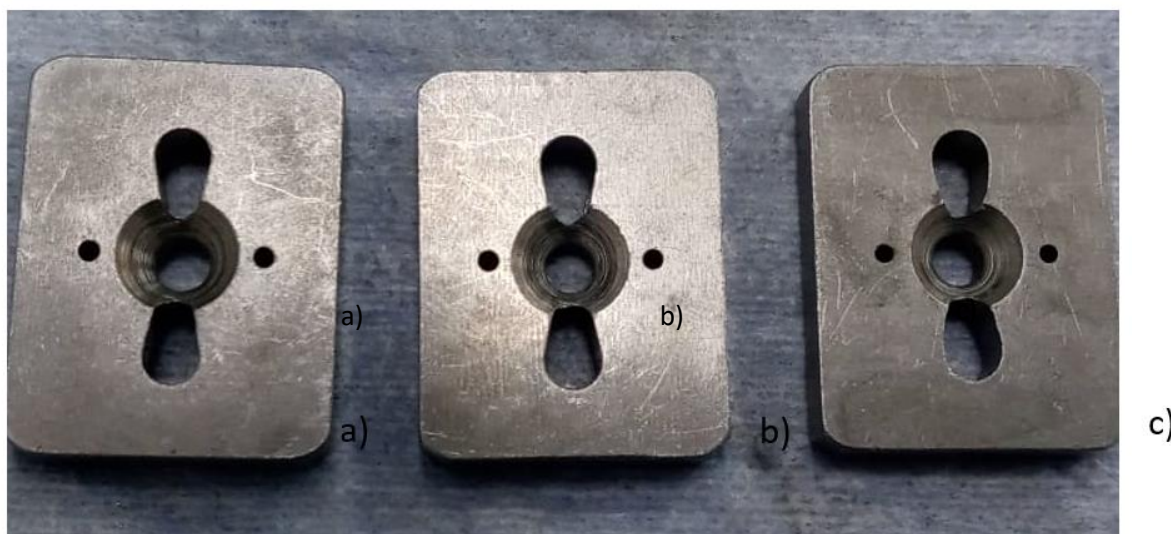


2. METODOLOGIA

A placa induzida original foi submetida ao ensaio de análise química para saber os elementos químicos e as quantidades destes elementos. De posse destes resultados, foram selecionados os pós dos elementos químicos necessários e na quantidade mais próxima de acordo com a placa original. A placa induzida possui as dimensões de 25mm de comprimento por 18mm de largura por 4mm de espessura. Considerando as dimensões e análise química foi proposta a fabricação da placa induzida pelo processo de sinterização.

Para realizar o procedimento de sinterização, os pós-metálicos com aditivo passaram pelo misturador, após foram colocados na cavidade de uma matriz, em seguida foram prensados, inicialmente com uma pré carga de 70Mpa e depois com 700Mpa na prensagem final. Posteriormente, as placas compactadas passaram pelas fases de pré-aquecimento em 500°C por 30 minutos, aquecimento e manutenção da temperatura em 1100 °C durante 30 minutos, posteriormente houve resfriamento lento. Após a sinterização a placa fabricada necessitou de retífica deixando-a com excelente acabamento espelhado e uniforme, para isso utilizou-se o rebolo de nitreto cúbico de boro. Após a usinagem foi necessário realizar as furações e o chanfro no furo central para assentamento do parafuso, conforme placa original. Na figura 1, estão as imagens das placas induzidas, a placa a) é a placa de mercado, a placa b) é a placa fabricada e a placa c) é a placa original.

Figura 1 – Placa induzida original, fabricada e de mercado



Fonte: Próprio autor, 2023.

Frota e Vasconcelos (2019) informam que o ensaio químico quantitativo é a análise mais criteriosa, pois além de saber do que se trata o material, também é verificado a quantidade de cada elemento presente na amostra. Cada uma das três placas analisadas, foram submetidas ao ensaio químico de Plasma por Acoplamento Indutivo (ICP - *Inductively Coupled Plasma*) para identificação dos elementos e suas respectivas porcentagens.

O ensaio de dureza superficial foi realizado na escala Brinell, medida em três pontos da amostra. Neste ensaio um penetrador esférico e duro foi forçado contra a superfície do material das placas. Durante o ensaio, a carga padrão de 187,5kgf foi mantida durante 20 segundos. O diâmetro da impressão no material foi medido com microscópio especial, essa medição foi convertida em um número na escala Brinell HB (*Hardness Brinell*) com auxílio de um gráfico.

O ensaio de desgaste por micro abrasão foi realizado no equipamento da marca *Anton Paar*, sendo utilizado uma esfera giratória a qual é pressionada contra a amostra e uma suspensão abrasiva que foi gotejada na zona de contato entre a esfera e a peça. Como abrasivo foi utilizado alumina (Al_2O_3), diluído a uma concentração de 30% em água destilada. Com a finalidade de manter uma distribuição homogênea da solução



abrasiva, foi utilizado um agitador magnético ao longo de toda a execução do ensaio. Os parâmetros de ensaio abrasivo têm diferentes variantes para os sistemas em estudo dependendo dos requerimentos. Bello, Wood e Wharton (2007) estudaram aços inoxidáveis tipo 304, 316 e duplex, Dos Santos, *et al.* (2015) pesquisou o comportamento dos aços inoxidáveis e ferríticos em ambiente abrasivo-corrosivo. Existem algumas diferenças entre os parâmetros adotados por tais autores em relação aos parâmetros adotados neste artigo, porém a norma DD ENV 1071-6 (European Committee for Standardization, 2001) esclarece que o executor possui autonomia para adotar as condições mais convenientes, desde que cumpra rigorosamente a condição de comparar os dados apenas quando os mesmos parâmetros forem empregados no ensaio comparativo. Portanto, o ensaio deve ser bem controlado. Dessa forma, mediante uma etapa preliminar de testes, foram estabelecidos os parâmetros mais adequados a serem empregados no ensaio. Na tabela 1, estão os parâmetros adotados no ensaio de micro abrasão.

Tabela 1 – Parâmetros do ensaio de micro abrasão

Parâmetro	Valor	Unidade
Diâmetro da esfera - aço SAE 52100	24,5	mm
Concentração do abrasivo	30	%
Taxa de gotejamento do abrasivo	45	gotas/min
Carga Normal	0,4	N
Rotação	200	RPM
Tempo de contato	10, 30 e 60	min

Fonte: Adaptado pelo autor baseado em Drumond *et al.* (2020).



Antes de iniciar os testes todas as três amostras de cada placa foram pesadas em balança de alta precisão, após cada ensaio de 10 minutos, 30 minutos e 60 minutos cada placa foi pesada novamente para medir a perda de massa e comparar os resultados dos três tipos de placas. Foram também obtidas imagens ampliadas das calotas formadas por meio de lupa com aumento de 25 vezes. Obteve-se três imagens de cada calota em cada uma das três placas analisadas. Em seguida, cada diâmetro de cada calota foi medido três vezes com auxílio do software *image j*. Cada resultado foi comparado.

O ensaio de corrosão foi realizado pela técnica eletroquímica de polarização. Técnica esta que é comumente utilizada, como por Leite *et al.* (2016), onde o autor verificou a corrosão de aço duplex submetido a soldagem por atrito. Possui curto tempo de experimentação para obter a taxa de corrosão. O procedimento de ensaio foi dividido em duas etapas, primeiro foi medido o Potencial de Circuito Aberto (OCP - *Open Circuit Potential*) para determinar o ponto de partida do qual o ensaio se inicia. Após, foi aplicado a polarização potenciodinâmica (PPD - *Potentiodynamic Polarization*), técnica utilizada para obtenção das curvas de polarização, registro da corrente gerada e comportamento eletroquímico do material.

Antes do ensaio foram embutidas a frio nove amostras, sendo três de cada placa em estudo. Na tabela 2, estão os parâmetros do ensaio de corrosão adotados para os três tipos de placas. Após o ensaio de PPD, foram traçadas as curvas de *Tafel* para cada amostra, onde foi determinado a taxa de corrosão de cada material.

Tabela 2 – Parâmetros do ensaio de corrosão para as placas

Tempo de medição OCP	Tempo de medição - PPD	de Range de medição	Velocidade de varredura	Concentração da solução	Temperatura de ensaio
60 minutos	60 minutos	(-) 0.250mV a 0.250mV	10mV/s	3,5% NaCl	de 25 ± 2°C

Fonte: Próprio autor, 2023.



Além dos ensaios, foram também realizados dois testes que auxiliam no controle das análises comparativas, sendo eles, o teste de consumo de corrente elétrica e o teste funcional em bancada. O teste de consumo de corrente serve para simular a corrente elétrica necessária que o módulo do motor envia para as bombas unitárias quando estão em funcionamento. Este teste é realizado com uma fonte de tensão 12V, onde as duas garras da fonte são colocadas nos terminais da bobina eletromagnética com a bomba unitária montada. A fonte de tensão é ligada e a corrente elétrica é aumentada lentamente até que ela alcance o valor constante nominal e se ouça um pequeno barulho, indicando que a placa foi atracada, neste momento deve-se ler no visor o valor do consumo de corrente elétrica. O valor no visor corresponde a corrente elétrica necessária capaz de atrair a placa induzida.

O teste funcional em bancada é realizado para assegurar que o volume de dosagem de óleo expelido pela bomba unitária esteja dentro dos parâmetros estabelecidos. De acordo com Bosch (2010) o teste simula a atuação do came de comando do motor, comprimindo a mola da bomba unitária e enviando o óleo em alta pressão para o porta injetor calibrado. Cabrera (2020), ressalta que este modelo de bomba unitária UPS (*unit pump system*) foi construído possuindo grande precisão no controle de volume de combustível. Desta forma o teste em bancada é extremamente importante para assegurar a correta calibração da bomba.

Tabela 3 – Parâmetros do teste funcional em bancada

Tempo de pulso elétrico	Quantidade pulso elétrico	- Rotação bancada	da Temperatura do óleo
2ms	350	300rpm	40°C

Fonte: Próprio autor, 2023.



Com estas informações definidas foi padronizado o teste, onde cada uma das três placas induzidas selecionadas foram montadas na bomba unitária padrão e testadas nas mesmas condições. Foram realizados três testes em cada bomba unitária, obtendo-se um resultado médio com desvio padrão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 4, estão os resultados do ensaio da análise química realizada nas três placas induzidas. A placa fabricada possui diferenças em relação a placa original principalmente no teor de silício, onde possui 52,7% a mais, possui também maior teor de manganês, 0,28% contra 0,06% da placa original, já no teor de cobre possui menor valor 0,02%, sendo que a placa original possui 0,21%. Na análise da placa de mercado, constatou-se que esta possui baixo teor de silício quando comparada com a placa original, 0,011% contra 1,65%, no que tange ao elemento químico manganês a situação praticamente se inverte, sendo o teor na placa original de apenas 0,06% e na placa de mercado 1,11%. Na tabela 5, podem visualizados os valores de indução de corrente elétrica das placas original, fabricada e de mercado, mesmo com as diferenças encontradas nos teores dos elementos químicos, os valores das placas original e fabricada são muito semelhantes, tendo diferença de apenas 0,02A considerando o desvio padrão, podendo ser considerada a placa fabricada aprovada. Já a placa de mercado apresenta valores discrepantes em relação a placa original, possuindo uma diferença de 0,25A considerando o desvio padrão, diferença que está relacionada ao teor de silício, que na placa de mercado é um valor baixo quando comparado com a placa original e placa fabricada.

Tabela 4 - Análises químicas das placas induzidas

	Carbon o (C)	Alumíni o (Al)	Silício (Si)	Ferro (Fe)	Manganê s (Mn)	Níquel (Ni)	Cobre (Cu)
Placa original	0,01	0,24	1,65	97,68	0,06	0,09	0,21
Placa fabricada	0,003	0,001	2,52	96,85	0,28	0,03	0,02
Placa de mercado	0,07	0	0,011	97,98	1,11	0,09	0,18

Fonte: Próprio autor, 2023.

Tabela 5 – Indução corrente elétrica

	Resultado 1	Resultado 2	Resultado 3	Média
Placa original	6,23A	6,24A	6,22A	6,23 ± 0,011A
Placa fabricada	6,19A	6,20A	6,18A	6,19 ± 0,006A
Placa de mercado	5,95A	5,97A	5,94A	5,95 ± 0,015A

Fonte: Próprio autor, 2023.

Na tabela 6, estão os resultados de dureza das três placas em estudo, sendo a placa original o valor de referência. A placa fabricada, mesmo com maior teor de silício e manganês, elementos que tendem a melhorar a resistência e a dureza, obteve resultado praticamente idêntico em relação a placa original. A placa de mercado, mesmo possuindo maior porcentagem de manganês apresentou resultado de dureza menor em cerca de 15% em relação a ambas as placas, o que está relacionado a ausência de silício na liga metálica desta placa. A Placa de mercado que apresentou menor valor de dureza tende a possuir maior taxa de desgaste.

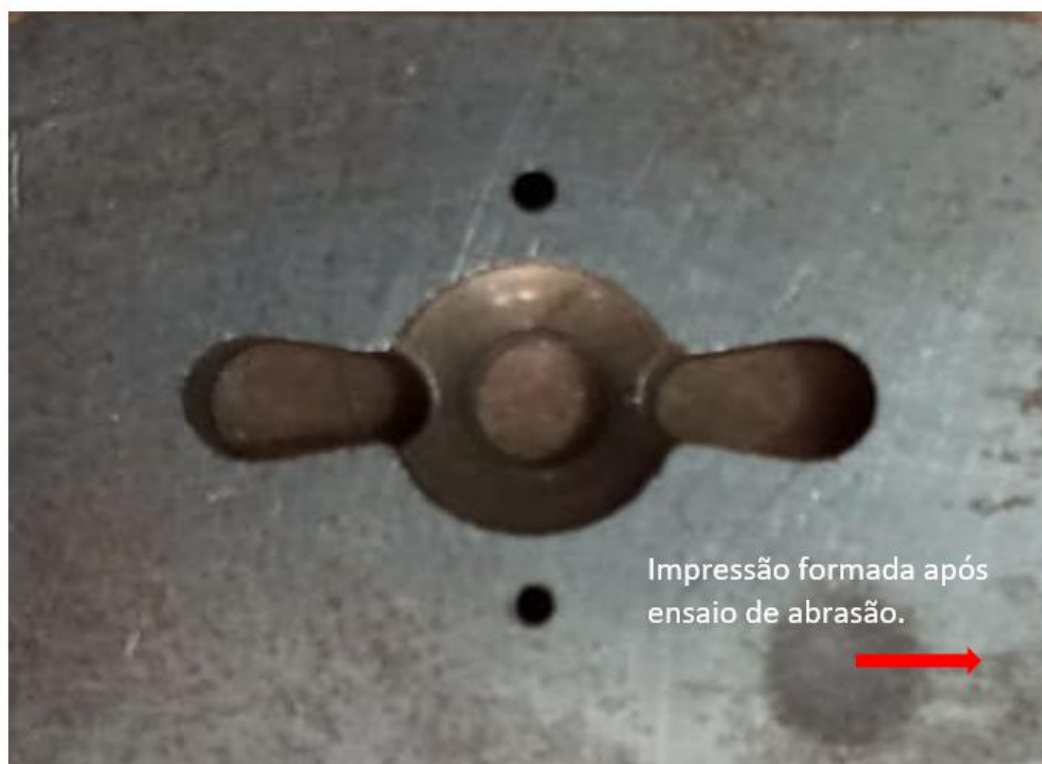
Tabela 6 – Durezas superficiais – Unidade de medida HB

	Dureza	Dureza	Dureza	Média
Placa Original	200	199	200	199,7 ± 0,57
Placa fabricada	202	195	203	200 ± 4,39
Placa de mercado	171	168	170	170 ± 1,53

Fonte: Próprio autor, 2023.

Outro ensaio relevante foi o de desgaste por abrasão, ensaio este que deixa uma calota esférica marcada na placa, conforme pode ser visualizado na figura 2.

Figura 2 – Placa induzida após teste de abrasão



Fonte: Próprio autor, 2023.

Este ensaio foi analisado em duas etapas. Na primeira etapa, está a tabela 7 com os valores das massas das placas antes e depois de cada ensaio, com 10 minutos, 30 minutos e 60 minutos. Na segunda etapa foram medidos os diâmetros das calotas (impressões) deixadas nas placas original, fabricada e de mercado após o teste de abrasão, os resultados estão na tabela 8. Foram retiradas imagens das calotas formadas, com aumento de 25 vezes de todas as três placas em estudo. O diâmetro de cada calota foi medido com auxílio de software *image j*.

Observa-se nestas tabelas, que a perda de massa está relacionada com o aumento do diâmetro da calota esférica impressa nas placas. A placa original apresentou melhor desempenho na relação perda de massa e aumento de diâmetro, em todo o ensaio perdeu apenas 0,001g de massa, obtendo diâmetro da calota em 2,80mm com 10 minutos de ensaio e diâmetro final em 3,90mm com 60 minutos de ensaio. Em relação a placa fabricada esta apresentou resultados melhores que a placa de mercado, em relação a placa original seu desempenho ficou abaixo, o diâmetro final da placa fabricada ficou em 4,05mm e perda total de massa em 0,003g. A placa de mercado apresentou o pior desempenho entre as três placas, com maior perda de massa e maior diâmetro com 30 e 60 minutos de ensaio.

Tabela 7 – Abrasão – Perda de massa após ensaio

	Peso inicial	Massa após 10 minutos	Massa após 10 minutos	Massa após 10 minutos	Unidade
Placa original	11.003	11.003	11.002	11.002	g
Placa fabricada	10.942	10.942	10.941	10.939	g
Placa de mercado	11.798	11.796	11.975	11.793	g

Fonte: Próprio autor, 2023.



Tabela 8 – Abrasão – Diâmetro das calotas

	Diâmetro após 10 minutos	Diâmetro após 30 minutos	Diâmetro após 60 minutos	Unidade
Placa original	$2.80 \pm 0,10$	$3.60 \pm 0,10$	$3.90 \pm 0,10$	mm
Placa fabricada	$3.00 \pm 0,10$	$3.80 \pm 0,10$	$4.05 \pm 0,10$	mm
Placa de mercado	$3.00 \pm 0,10$	$4.00 \pm 0,10$	$4.20 \pm 0,10$	mm

Fonte: Próprio autor, 2023.

Foi realizado também o ensaio de corrosão, cujo resultado encontra-se na tabela 9, valores estes que foram obtidos pela técnica eletroquímica de polarização. Ao analisar-se, percebe-se que a placa original possui resultados de taxa de corrosão pouco mais de duas vezes melhor que a placa fabricada e quase cinco vezes melhor que a placa de mercado. A placa fabricada apresentou resultado melhor em mais de duas vezes em relação a placa de mercado, indicando melhor desempenho da placa fabricada, porém inferior a placa original. A unidade de medida da taxa de corrosão é analisada em milímetros por ano ou *milimeters per year* (mm/y).

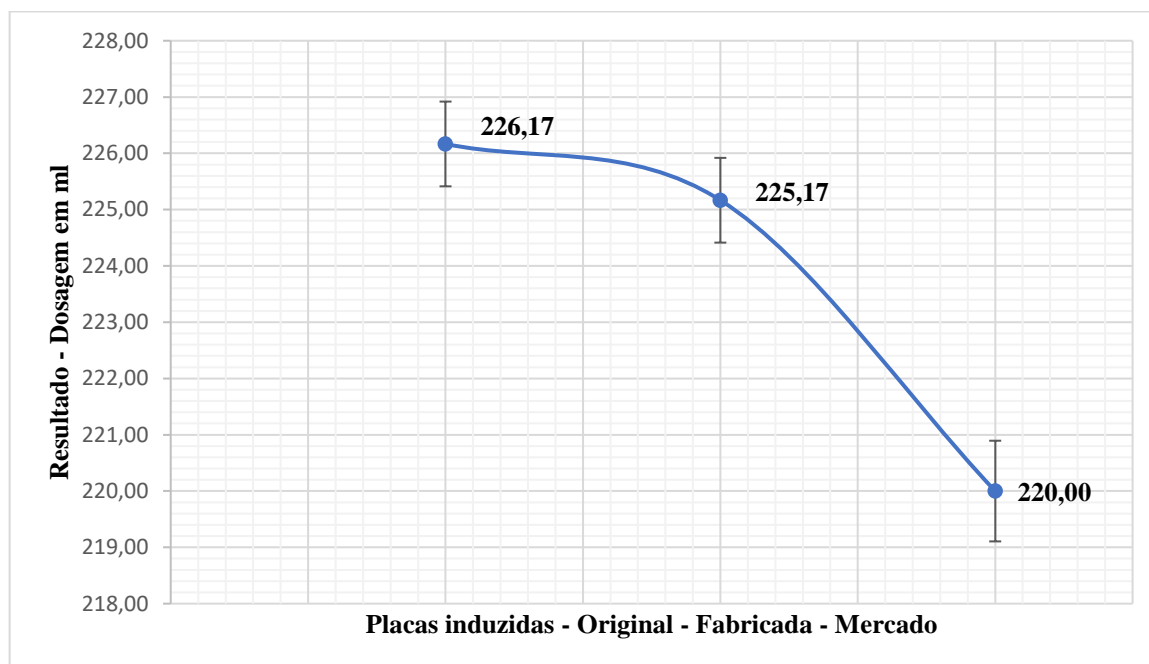
Tabela 9 – Taxa de corrosão

	Taxa de corrosão 1	Taxa de corrosão 2	Taxa de corrosão 3	Média	Unidade
Placa original	0,011	0,014	0,015	0,013 0,000043	± mm/y
Placa fabricada	0,028	0,026	0,030	0,028 0,000001	± mm/y
Placa de mercado	0,062	0,064	0,065	0,064 0,000023	± mm/y

Fonte: Próprio autor, 2023.

No gráfico 1, estão os valores encontrados após o teste funcional em bancada. Nota-se que a placa de mercado possui resultados discrepantes em relação às placas original e fabricada, ou seja, a bomba unitária injeta menos óleo quando aplicada com a placa de mercado. Este resultado está relacionado ao teor de silício menor que esta placa possui no comparativo com as demais placas. No comparativo entre a placa original e placa fabricada nota-se que existe similaridade nos resultados, apesar do valor médio da placa original ficar com o resultado acima em 1ml, 226,17ml contra 225,17ml, quando se considera o desvio padrão de 0,75ml, percebe-se que os resultados se coincidem. A diferença no teor de silício entre as placas original e fabricada, não afetou o volume de dosagem de óleo. Desta forma considera-se a placa fabricada apta para ser aplicada na bomba unitária.

Gráfico 1 – Resultado do teste de volume de óleo em ml



Fonte: Próprio autor, 2023.

Analisando os resultados, é possível notar que entre as placas original e fabricada existe similaridade, principalmente na dureza mecânica superficial e teste funcional de dosagem de óleo em bancada. Nas demais análises, a placa original mostrou-se levemente melhor. Mesmo com as diferenças encontradas, os resultados da placa fabricada mostram-se positivos, podendo esta placa ser considerada apta para utilização em larga escala nas bombas. Em relação a placa de mercado, esta obteve resultados discrepantes nas análises comparativas com as demais placas, não sendo recomendada para utilização nas bombas unitárias.

A diferença no teor do silício entre as placas original e fabricada pouco influenciou nos resultados, porém o pouco teor deste elemento na placa de mercado, fez diferença nos resultados comparativos, principalmente na dureza mecânica, consumo de corrente elétrica, dosagem de óleo no teste funcional em bancada e abrasão.



4. CONCLUSÃO

O estudo proposto consistiu na fabricação de uma placa induzida pelo método de sinterização. No comparativo entre as placas fabricada e de mercado, foi possível notar uma diferença acentuada no teor dos elementos da composição química de cada placa, destacando-se o teor de silício, em que placa de mercado possui 0,11% e a placa fabricada possui 2,52%. Outros pontos observados da placa de mercado em relação a placa fabricada foram, dureza mecânica menor, taxa de corrosão maior, sendo um material mais corrosivo e desgaste por abrasão maior, sendo um material menos resistente ao desgaste. Possuiu resultado discrepante no teste indutivo por corrente elétrica e menor valor de volume (vazão) de óleo no teste funcional em bancada. Notou-se então que a placa fabricada possuiu melhor desempenho nos ensaios realizados, se comparada com a placa de mercado.

No comparativo entre a placa original e placa fabricada, constatou-se que a placa original obteve resultados levemente melhores em termos gerais, A dureza mecânica foi praticamente a mesma em ambos os materiais. Em relação a composição química a diferença relevante encontrada foi o teor de silício em 52,7% para mais na placa fabricada. No entanto, mesmo com estas diferenças, no teste prático de volume de óleo (vazão) em bancada, o resultado foi considerado similar, levando em conta o valor de desvio padrão de 0,75ml. Mesmo com tais diferenças a placa fabricada é mostrou-se apta para substituí-la, podendo ser aplicada na bomba unitária.

REFERENCIAS

BELLO J. O.; WOOD R. J. K.; WHARTON J. A. Synergistic effects of micro-abrasion–corrosion of UNS S30403, S31603 and S32760 stainless steels [publicação periódica]. **Elselvier**, Vol. 263, pp. 149–159, 2007.

BOEHS, L. *et al.* **Metalurgia do pó empregada na fabricação de ferramentas de aço rápido**. In Congresso Nacional de Engenharia Mecânica, 2000.

BOSCH. **Manual resumido EPS815 e EPS945 – banco de provas para bombas de injeção e Cam847**. Bosch, Edição 2010.

CABRERA, J. R. S. Diesel engine emissions off road. Case Volkswagen ADG 1.9 L SDI. **Revista Ciências Técnicas Agropecuárias**, v. 29, n. 2, p. 15-23, 2020.



DOS SANTOS, M. B. *et al.* **Abrasão-Corrosão**: Novas informações a partir da medida das forças no contato. In 70º Congresso Anual da ABM — vol. 70, num.70, 2015.

DRUMOND, Ramon Martins *et al.* Avaliação do desgaste por microabrasão do aço aisi m-35 revestido por dlc—diamond-like carbon. **Revista Eletrônica Perspectivas da Ciência e Tecnologia**, ISSN: 1984-5693, v. 12, 2020.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. **Advanced technical ceramics**: Methods of test for ceramic coatings. Brussels: DIN; 2001. DD ENV 1071-6: Determination of the abrasion resistance of coatings by a micro-abrasion wear test.

FROTA, E. B.; VASCONCELOS, N. M. S. **Química ambiental**. Fortaleza-CE: edUECE. 2019.

JESUS FILHO, E. S. *et al.* **Usinagem e caracterização mecânica de materiais PM para insertos de sede de válvula**. In: Fórum de ciência de materiais. Trans Tech Publications Ltd, 2005. p. 79-85.

LEITE, A. M. S. *et al.* **Resistência à corrosão do aço lean duplex UNS S82441 submetido à soldagem por atrito com pino não-consumível**. In INTERCORR 2016.

Material recebido: 10 de janeiro de 2024.

Material aprovado pelos pares: 19 de janeiro de 2024.

Material editado aprovado pelos autores: 09 de maio de 2024.

¹ Mestrando em Engenharia de Materiais, Stricto Sensu (em andamento), Graduação em Engenharia Mecânica. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8904-0444>. Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9278766772230169>.

² Orientador. Doutorado em Engenharia Metalúrgica e de Minas; Mestrado em Engenharia Metalúrgica e de Minas; Graduação em Engenharia Metalúrgica e Materiais. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1285-1262>. Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0174392273282011>.