

CARACTERIZAÇÃO DE FERRO FUNDIDO CINZENTO APLICADO EM DISCOS DE FREIOS DE VEÍCULOS UTILITÁRIOS

Sérgio Mateus Brandão, sergio.brandao@unievangelica.edu.br¹²

Palloma Vieira Murtele, pmuterlle@gmail.com²

Edison Gustavo Cueva Galárraga, cueva@unb.br²

Wanessa El-kantar, wanessa_el-kantar@hotmail.com¹

¹Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de Brasília (UnB) – Faculdade de Tecnologia, Campus Universitário Darcy Ribeiro Asa Norte – CEP 70910-900 – Brasília, DF, Brasil.

²Departamento de Engenharia Mecânica, Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA, Avenida Universitária, Km 3,3, CEP 75083 – 515 – Cidade Universitária – Anápolis, GO, Brasil.

Resumo: O ferro fundido cinzento tem sido amplamente utilizado na fabricação de discos de freios de sistemas automotivos desde os primeiros veículos. Com o seu desenvolvimento ocorreu também o crescimento da oferta deste tipo de componentes com diferentes fabricantes, além da diversificação das geometrias para intensificar a dissipação de calor para o ambiente. Este trabalho tem como objetivo caracterizar as microestruturas e a dureza Brinell de discos de freios novos e usados de dois fabricantes diferentes aplicados em um mesmo modelo de veículo utilitário. Caracterizar materiais é uma tarefa importante para avaliar as principais propriedades mecânicas, a microestrutura presente, sua composição, dentro de um contexto de relevância para um processo, produto ou propriedade em particular. Para a caracterização dos discos de freios avaliados neste trabalho, foram realizadas análises microestrutural utilizando microscópio ótico (MO), microscopia eletrônica por varredura (MEV), composição química com Espectroscopia por Dispersão de Energia (EDS) e ensaios de dureza Brinell (HB). Os resultados mostraram que a microestrutura da matriz metálica do ferro fundido cinzento aplicado em ambos os discos são ferrita + perlita, sendo a perlita predominante, observou-se também que a morfologia das grafitas é do tipo lamelar e com distribuição AI, conforme a norma ISO 945:2008. Foram obtidas também as composições químicas de algumas amostras, que mostraram resultados coerentes com o previsto na literatura. Além disso, os resultados das análises de dureza Brinell apresentaram valores semelhantes para os discos dos dois fabricantes, tanto para as amostras dos discos novos e usados..

Palavras-chave: Caracterização de Materiais; Ferro Fundido Cinzento; Discos de freios.

1. INTRODUÇÃO

Os estudos sobre os discos de freios são imprescindíveis para garantir a qualidade e durabilidade dos discos, que devem apresentar um alto desempenho do sistema de frenagem do veículo e para isso vem sendo empregado vários materiais na sua fabricação. Os discos devem ser capazes de suportar altas cargas durante inúmeros ciclos térmicos durante a sua vida útil e sem falhas, pois na ocorrência de qualquer falha pode ter consequências severas de segurança, colocando em risco os usuários do veículo (Brezolin, 2007).

O material de travagem ideal deve ter um coeficiente de atrito semelhante em qualquer condição de serviço (carga aplicada, temperatura, velocidade, modo de travagem, humidade, etc.), resistir ao calor, ter uma taxa de desgaste baixa, ter uma estabilidade térmica elevada, produzir pouco ruído e não provocar desgaste no disco. Os materiais de travagem estão divididos em quatro classes orgânicos, cerâmicos, metálicos e semi metálicos, o material escolhido para a pesquisa está na classe dos metálicos e seus componentes básicos são cobre, ferro, aço e grafite, os quais são complementados por aditivos não-orgânicos para melhorar o desempenho, um material que geralmente é muito usado na produção dos discos é o ferro fundido cinzento (Science, 1964). Torna-se cada vez maior o interesse na composição e estrutura dos materiais, o que gera a necessidade do processo de caracterização para a compreensão de diferentes aspectos relacionados à composição e estrutura (incluindo defeitos) de materiais, os quais estão diretamente ligados às propriedades químicas e físicas dos mesmos, sendo que as propriedades físicas e químicas estão vinculadas a propriedades mecânicas, ópticas, catalíticas, entre outras (Mansur et al, 2009).

No mercado automobilístico há vários tipos de discos cujas características geométricas visam melhorar a ventilação e a dissipação de calor. Os discos podem ser do tipo ventilado onde existe um espaço entre as duas superfícies de atrito que permite a entrada de ar, discos perfurados os quais permitem uma melhor circulação do ar e uma maior capacidade de resfriamento dos discos. Já os discos ranhurados fazem com que as ranhuras na superfície ajudem a manter as

superfícies mais limpas, permitindo que os gases que se criam durante a frenagem sejam dissipados mais rapidamente. Existem também os discos mistos que podem ser discos perfurados e com ranhuras (Brandão, 2014).

Durante a frenagem ocorre a transferência de peso do veículo do eixo traseiro para o dianteiro. Essa maior participação no eixo dianteiro exige também uma maior dissipação do calor gerado na frenagem pelo atrito entre pastilhas e discos. Dissipar calor rapidamente ajuda a recuperar a capacidade de frenagem após o uso contínuo. Veículos de maior desempenho utilizam discos ventilados que melhoram ainda mais essa característica (Nakata, 2016). O freio a disco consiste em um freio cujas forças de atuação são axiais a um rotor e as superfícies de contato do par de fricções são planas (Infantini, 2008).

Este trabalho tem como objetivo realizar a caracterização dos discos de freios novos e usados utilizados em veículos utilitários utilizando o microscópio ótico (MO), microscopia eletrônica por varredura (MEV), Espectroscopia por Dispersão de Energia (EDS) e análises da dureza pelo método de Brinell.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Materiais

Foram empregados quatro discos de freio aplicados em veículos utilitários do mesmo modelo, sendo uma peça nova e outra usada de cada fabricante, sendo que dois deles são da marca original dos veículos e os outros dois são de outro fabricante muito conhecido no mercado e muito utilizada como fabricante alternativo por ter um custo significativamente inferior. Os discos utilizados nesta pesquisa foram obtidos por meio de aquisição e doação de fornecedores. Para facilitar a identificação dos corpos de provas ao longo do trabalho foram denominadas nomenclaturas para cada um, conforme apresentado na Tab. 1.

Tabela 1- Nomenclatura dos corpos de prova.

DF1	Disco de Freio I (desgastado) - Fabricante A
DF2	Disco de Freio II (desgastado) - Fabricante B
DF3	Disco de Freio III (novo) - Fabricante B
DF4	Disco de Freio IV (novo) - Fabricante A

Para o fabricante A o disco novo foi adquirido pela IES Unievangélica, e o disco usado, foi uma doação de um representante da região, sendo este retirado de um veículo em revisão, no qual identificou-se o desgaste mínimo recomendado pelo fabricante. Do fabricante B foi utilizado um disco novo e outro, usado, o qual foi submetido a ensaios de desgaste em um dinamômetro inercial do Laboratório de Tribologia da Faculdade Gama da Universidade de Brasília, sendo ambos doados pelo fabricante original.

Foram retiradas 8 amostras de cada disco, de aproximadamente 20x20mm, sendo 4 de cada face do disco próximo da região central de trabalho do disco, as quais foram obtidas por meio de cortes simultâneos realizados em um serra circular e posteriormente em uma cortadora metalográfica Pantec modelo Pancut 100 com aplicação constante de fluido de corte. A Fig. 1, ilustra o procedimento executado para obtenção das amostras.

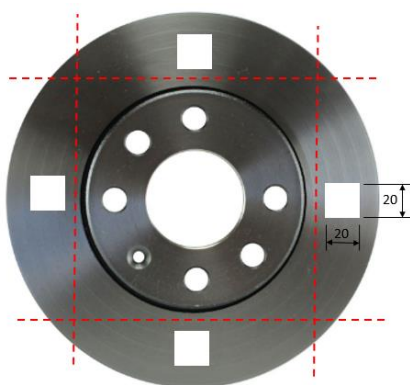


Figura 1- Ilustração do procedimento para obtenção das amostras

2.2. Procedimento Experimental

Todas as amostras foram submetidas ao embutimento a quente em uma embutidora metalográfica Pantec modelo Pan Press 30 utilizando a resina fenólica verde para facilitar a manipulação, proteção do material e suporte durante as etapas de lixamento e polimento. Todas as amostras foram preparadas conforme a norma ABNT NBR 13284:1995. Para a

caracterização das amostras foram realizadas as análises utilizando microscópio ótico (MO), a microscopia eletrônica por varredura (MEV), a Espectroscopia por Dispersão de Energia (EDS) e o ensaio de Dureza Brinell.

Para realização da MO, foi utilizado o microscópio óptico Pantec modelo MK 100 da instituição de ensino Unievangélica, as quais foram analisadas sem e com o ataque químico de Nital a 5%. Estas mesmas amostras foram também analisadas sem o ataque químico no MEV/EDS, modelo JSM 7100 F, da Universidade de Brasília (UnB).

Os ensaios de dureza foram realizados na Faculdade Tecnológica SENAI - Roberto Mange, utilizando um durômetro digital da marca Mitutoyo HR-300. Foi selecionada neste, a escala de dureza Brinell e o ensaio foi realizado respeitando as recomendações para medição deste tipo de material, conforme a norma ABNT NBRNM6506-1:2010. Destaca-se que a execução dos ensaios com no mínimo 5 pontos diferentes em cada amostra, respeitando o raio mínimo entre as penetrações de 6mm. Foi retirada a média e os desvios padrões de cada grupo de medição.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização Microestrutural

As análises realizadas para micrografia tiveram como objetivo identificar o tipo de microestrutura presente em cada disco e classificar as mesmas de acordo com as normas específicas ASTM A247 e ISO 945-1:2008.

3.1.1 Micrografia Ótica (MO)

Para identificação do tipo de grafita foi consultada a norma ISO 945-1:2008 e as publicações de (Brezolin, 2007; Rausch, T., et al, 2010; Canali, 2012; Roca, et al, 2012; Colpaert, 2008), que permitiram a comparação dos resultados das imagens obtidas por MO sem e com ataque químico. Na Fig. 2, com amostras sem ataque, foi possível identificar que a grafita presente nos discos dos fabricantes A e B são do tipo I e com a mesma distribuição “A”, a grafita tem formato lamelar com extremidades afiadas.

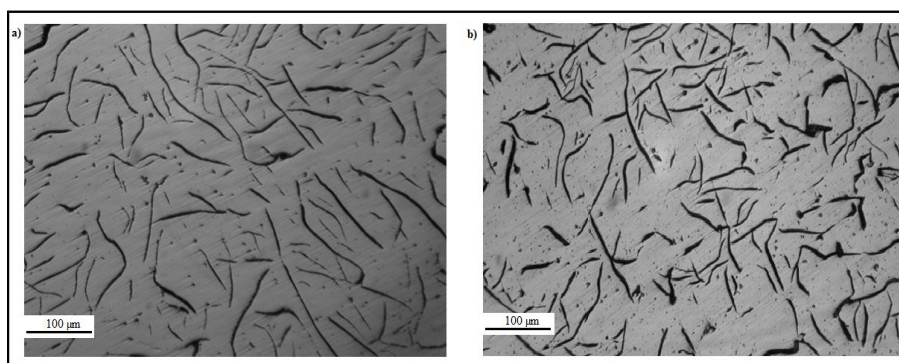


Figura 2- Distribuição A da grafita para DF1 (a) e DF2 (b).

Comparando os discos do fabricante A e B na Fig. 2 percebe-se que há uma diferença em relação ao tamanho dos veios de grafita, o DF1 as grafitas variam seu tamanho de 2-4, no DF2 as grafitas variam de 3-4 de acordo com a norma ISO 945-1:2008. A estrutura da matriz e a composição para ferro fundido cinzento podem ser de dois tipos de Ferrita + Perlita (valores diferentes na composição) e Perlita, e isso vai de acordo com a classe do material e a sua aplicação (Callister, 2006). Na Fig. 3, onde são mostradas as amostras atacadas quimicamente, possibilitaram a identificação da microestrutura da matriz sendo a Perlita predominante para os discos dos dois fabricantes, o que corresponde em uma melhor resistência mecânica ao desgaste (Guesser, 2003).

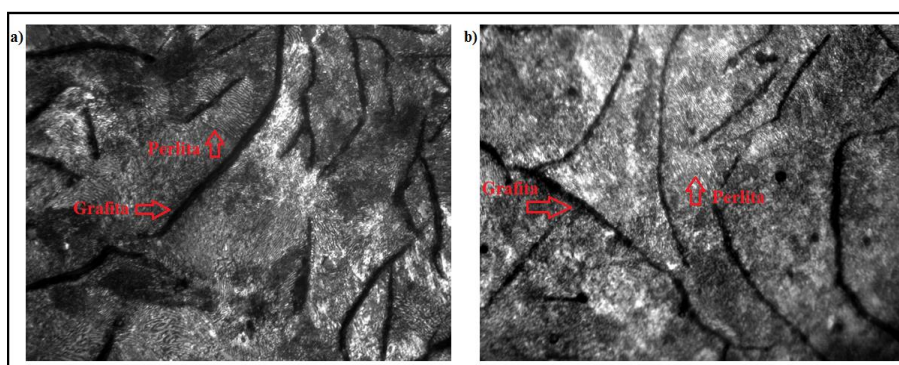


Figura 3- Amostra com ataque químico do fabricante B (a) e fabricante A (b)- Ampliação de 400x para (a) e (b).

3.1.2 Microscopia eletrônica de varredura (MEV)

Na realização do MEV, as voltagens utilizadas para o filamento de tungstênio para emissão de elétrons foram de 20 e 25 kV conforme mostram as legendas das Figuras 4 e 5. Na Figura 4 a distância de trabalho (WD), que é a distância entre a superfície da amostra e a parte inferior da lente objetiva foram de 12.6mm para (a) e 12.9mm para (b), parâmetros semelhantes ao indicado pela literatura (Dedavid, et al, 2007.; Maliska, 2006).

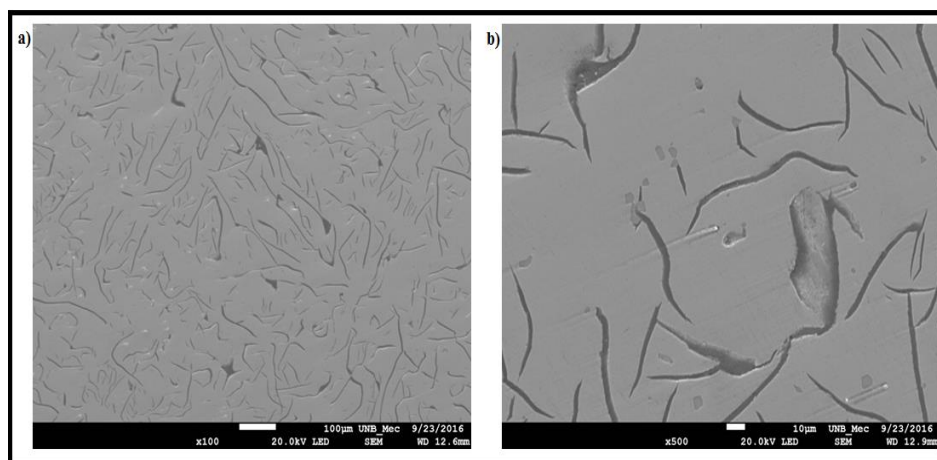


Figura 4- DF1 Análise realizada com voltagem de 20kV para (a) e (b) e ampliação de 100x (a) e 500x (b).

Comparando as Figuras 4 e 5 com a mesma ampliação de 100x, pode-se observar que o DF2 apresenta uma maior quantidade de grafita e a maioria são menores que os presentes no DF1, porém apresenta alguns veios de grafita maiores que os do DF1.

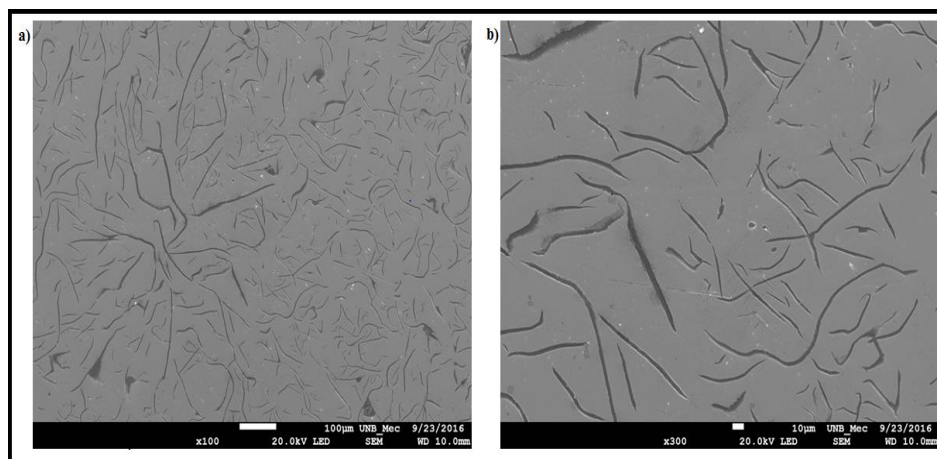


Figura 5 - DF2 Análise realizada com voltagem de 20kV para (a) e (b) com ampliação de 100x (a) e 300x (b).

A WD para o DF2 na Figura 7 foi de 12,4 mm. As Figuras de 5 a 7 são resultados dos elétrons secundários que geram essa topografia de alta resolução da superfície dos materiais, os dois discos apresentaram pequenos orifícios e os veios de grafita de distribuição aleatória e tamanhos diferentes (Serbino, 2005; Guesser, 2003).

Com base nas imagens obtidas através da MO foi possível identificar o tipo de grafita presente nos discos e através do MEV pode-se afirmar que a distribuição da grafita é do tipo I e distribuição “A”, as quais normalmente estão associadas matrizes perlíticas (Serbino, 2005). Geralmente ocorre o aumento das propriedades mecânicas de resistência quando os veios do tipo A são menores e quando a quantidade de grafita presente na microestrutura é maior ocorre uma diminuição da resistência mecânica (Serbino, 2005; Maliska, 2006).

3.1.3 Espectroscopia por Dispersão de Energia (EDS)

Com as informações contidas no espectro de Raios-X, observa se análises qualitativas e quantitativas que são as porcentagens das composições de cada uma das amostras em escala microscópica (Maliska, 2006). Nos resultados apresentados nas Figs. de 6 a 9 estão presentes as análises dos picos obtidos através do espectro determinando os elementos presentes nas amostras, a tensão de aceleração do feixe de elétrons com valor entre 0 a 10 keV representado

na horizontal e a corrente na vertical. A Fig. 6 apresenta a espectrografia de uma região de aproximadamente 0,16mm da amostra da superfície do DF1.

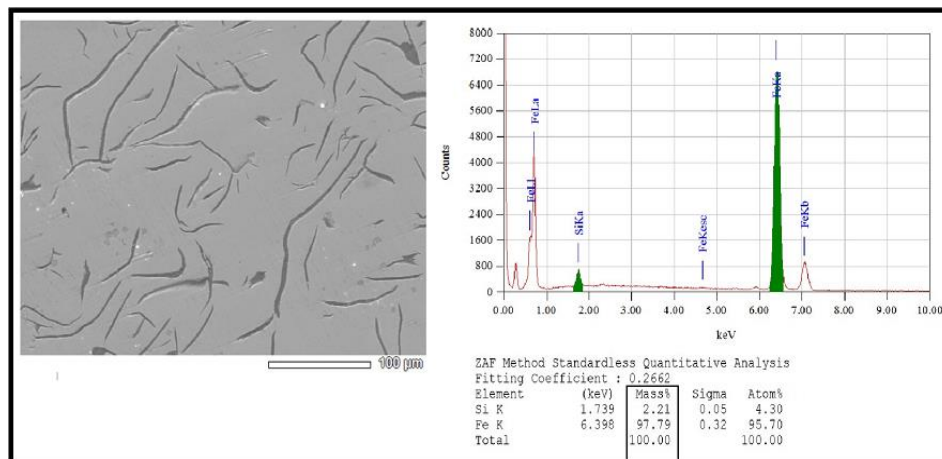


Figura 6- Micrografia e espectrografia da superfície da amostra do DF1.

Na Figura 6 foram identificados apenas dois elementos químicos o Fe e Si, que são os principais elementos presentes neste tipo de ferro fundido e na Fig. 7 o resultado é de uma análise executada da superfície do DF2, também com aproximadamente 0,16mm e os elementos encontrados também foram apenas o Fe e o Si assim como no DF1, assim como se esperava.

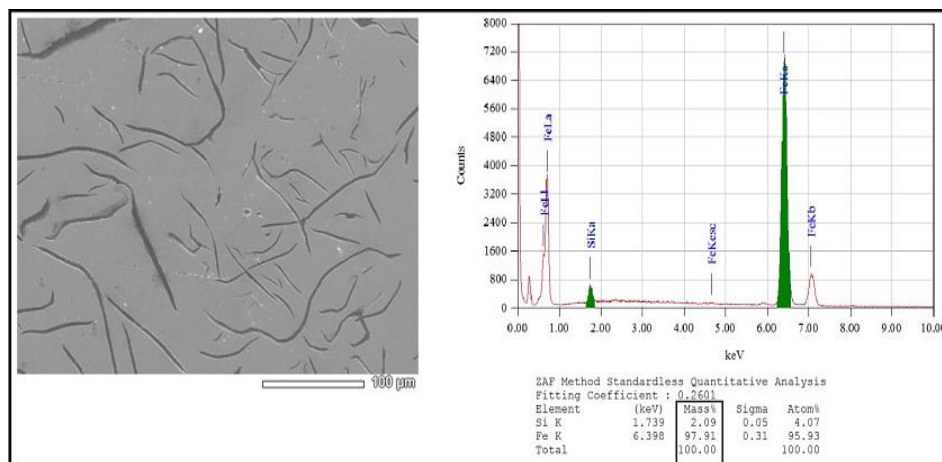


Figura 7- Micrografia e espectrografia da superfície da amostra do DF2 .

Para complementar a identificação dos elementos presentes nas amostras, estas foram ampliadas e analisados alguns pontos que se destacaram ao longo da varredura das imagens. Um dos pontos analisado na amostra do DF1, destacado em azul na Fig. 8, mostrou a composição de S, Mn e Fe, neste caso a maior massa presente foi a do manganês com 40,40%, que é um elemento previsto na composição deste tipo de ferro fundido.

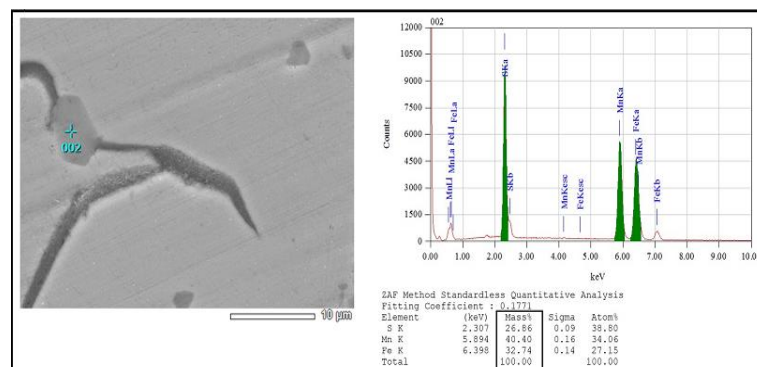


Figura 8 - Micrografia e espectrografia de um ponto na superfície da amostra do DF1.

Analogamente, na Fig. 9, amostra do DF2, no ponto destacado está presente também o S, Mn e o Fe, sendo o Manganês em uma maior quantidade que os outros elementos. Ressalta-se que a análise pontual foi realizada selecionando pontos estranhos observados na varredura das imagens. É importante a identificação desses elementos, pois eles influenciam nas características desejadas pelos fabricantes.

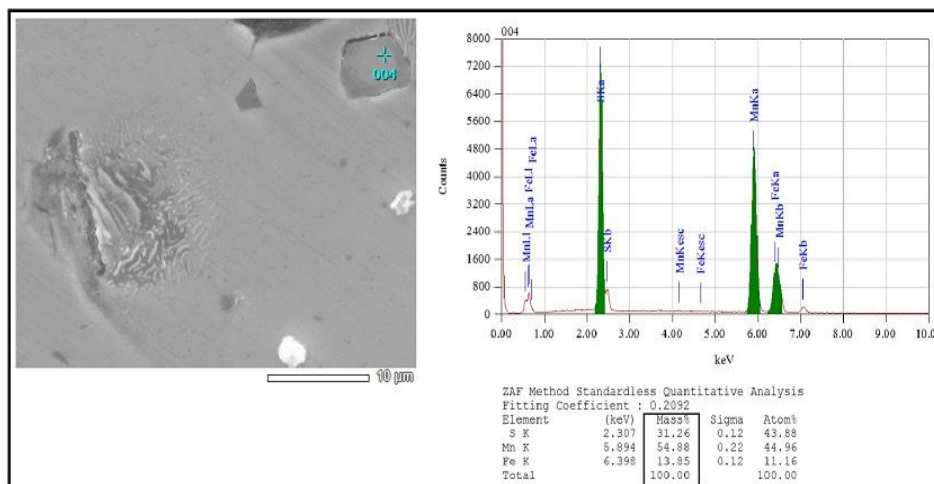


Figura 9 - Micrografia e espectrografia de um ponto na superfície da amostra do DF2.

3.2 Dureza Brinell

Os resultados de dureza Brinell estão expostos na Tab. 2. O valor da dureza varia de acordo com a matriz da estrutura de cada material, mesmo sendo todos os discos de ferro fundido cinzento é normal que essa variação ocorra de um fabricante para o outro porque depende da classe do ferro fundido e da característica que o fabricante deseja. Analisando os resultados das medições nos discos novos verifica-se que o disco com a menor dureza foi o DF3 do fabricante B.

Tabela 2- Resultados dos ensaios de Dureza Média convertidas para o método Brinell.

Discos	Dureza Brinell (HB)	Desvio Padrão
DF1	209,70 HB	4.84
DF2	203.16 HB	3.32
DF3	190.50 HB	1.89
DF4	197.10 HB	2.61

Os resultados das medições da dureza Brinell atingiram valores aproximados para os dois fabricantes. No disco DF2 do fabricante B, ocorreu o esperado com os valores medidos: a dureza do DF2, disco usado, foi ligeiramente maior que a do disco novo, DF3, como mostra na Tab. 2. Isto se deve ao fato de que, durante a frenagem ensaiada no dinamômetro inercial quanto em uso normal o disco está sujeito a altas temperaturas e choques térmicos, o que provoca a formação de micro camadas pontuais com microestrutura martensíticas, que possuem elevada dureza.

No resultado de dureza dos discos novo e usado do fabricante A, ocorreu também uma pequena elevação da dureza no disco usado, pois o mesmo em campo está sujeito também a variações de temperatura. Com estes dados, pode-se afirmar também que os ensaios realizados no dinamômetro inercial produzem efeitos semelhantes em relação a esta propriedade mecânica.

3.3 – Síntese dos Resultados

Analisando todos os dados obtidos, e comparando com os dados com os diferentes tipos de discos e tambores de freios apresentados na Tab. 3, que mostra as diversas classes de ferros fundidos fabricados pela renomada empresa ©Tupy, com valores dos elementos de liga e valores de dureza HB, é possível estimar a classificação dos discos de cada fabricante.

Em relação aos elementos de liga encontrados através do EDS, observa-se que os elementos de liga encontrados nas amostras do DF1 e DF2, em comum com os da Tab. 3, foi somente o Mn.

Tabela 3- Especificações de discos e tambores de freio produzidos na Tupy Fundições.

Norma	Classe	Peças	HB	Elementos de liga
B1	FC 200	Tambor	187-241	0,5Mn
B2	FC 200	Disco sólido, disco ventilado	187-241	0,6Cu-0,06Sn
P1	FC 200	Disco sólido, disco ventilado, tambor	207-248	0,2Cr-0,6Cu-0,06Sn
PR1	FC 200	Disco ventilado	197-241	0,6Cu-0,06Sn
VA	FC 250	Disco ventilado	212-255	0,25Cr-0,08Sn
H1	FC 250	Tambor	180-250	0,7Cu-0,07Sn
V11	FC 250	Disco sólido, disco ventilado, tambor	195-241	0,6Cu-0,06Sn
P2	FC 250 Mo	Disco ventilado	207-248	0,9Mn-0,3Cr-0,5Mo
V15	FC 250 Mo	Disco ventilado	185-235	3,6C-0,3Cr-0,4Mo
B3	FC 250 Ti	Disco sólido, disco ventilado	187-241	0,7Cu-0,07Sn-0,03Ti
PR2	FC 150 HC	Disco ventilado	170-229	3,7C-0,2Cr-0,07Sn
M	FC 200 HC	Disco ventilado, tambor, disco sólido com cubo	180-220	3,7C-0,8Mn-0,3Cr
V48	FC 150 HC Mo	Disco ventilado	150-195	3,8C-0,4Cu-0,2Mo

Os ferros fundidos cinzentos apresentam em média valores de 2,5 a 4% de C, 1 a 3% de Si e adições de Mn, dependendo da microestrutura desejada, 0,1% em ferríticos e acima de 1,2% em perlíticos, (Serbino, 2005). Analisando os resultados do EDS estão presentes o Mg e o S, como provável impureza, visto que tal análise é pontual.

Contudo, os valores de dureza para os discos novos foram de 190,5 e 209,7 HB, comparando esses valores com a Tab. 3, os discos poderiam ser de várias classes, mas não é possível afirmar qual a classe em específico destes discos, pois os fabricantes não fornecem esse tipo de informação e para tanto seriam necessários a execução de outros ensaios não previstos para realização deste trabalho. Supõe-se pelos valores de durezas e composição químicas avaliados que as classes dos discos poderiam ser a FC 250 Mo, norma P2 e a FC 200 HC, da norma M.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme os resultados, pode-se expressar que os ensaios realizados nos discos de freio permitiram a caracterização satisfatória do ferro fundido cinzento aplicado nestes, nos quais foi possível identificar sua matriz estrutural logo nas primeiras análises realizadas no microscópio, que confirmaram o tipo de grafita lamelar de distribuição “A”. A maioria dos fabricantes optam por este tipo de material devido suas características que garantem um melhor desempenho durante a frenagem.

As composições químicas apresentaram os mesmos elementos para os dois fabricantes, porém % de composições diferentes, sendo este fato comum, pois varia de acordo com as características que as montadoras exigem para ter um sistema de frenagem melhor e mais seguro, além do aspecto de custo na obtenção dos discos.

Os resultados de dureza Brinell, apresentaram uma variação menor que 15 HB entre os discos novos. As amostras dos discos do fabricante original analisadas mostraram que sua dureza Brinell é menor cerca de 8% em relação a marca similar. Observou-se também que as amostras do disco desgastado por meio de ensaios realizados no dinamômetro inercial do Laboratório de Tribologia da Faculdade Gama da Universidade de Brasília, produziram o mesmo efeito na propriedade de dureza Brinell comparado ao disco usado retirado de um veículo em uso.

Apesar de não ser possível identificar precisamente a classe do ferro fundido em cada disco, todos os dados observados durante toda a caracterização dos materiais avaliados mostraram que estão coerentes com a literatura, satisfazendo os objetivos propostos.

5. AGRADECIMENTOS

A elaboração deste trabalho não teria sido possível sem a colaboração, disponibilização de equipamentos e de equipes técnicas envolvidas das Instituições de Ensino citadas no trabalho: Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA; Faculdade Tecnológica SENAI - ROBERTO MANGE – GO e Universidade de Brasília-UnB – DF. A todos queremos manifestar os nossos sinceros agradecimentos.

6. REFERÊNCIAS

- Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1995, “NBR 13284: Preparação de Corpos de Prova Para Análise Metalográfica”, Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2010, “NBRNM6506-1: Materiais metálicos: Ensaio de dureza Brinell - Parte 1: Método de ensaio”, Rio de Janeiro.
- Brandão, S. M., 2014, “Construção de um Dinamômetro Inercial para Analisar o Desempenho de Ferros Fundidos Cinzentos Utilizados Em Sistemas De Frenagem De Veículos Leves”, Dissertação, Mestrado em Integridade de Materiais da Engenharia, Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- Brezolin, A., 2007, “Estudo de Geração de Trincas Térmicas em Discos de Freios de Veículos Comerciais”. Dissertação, Mestrado em Materiais, Universidade de Caxias do Sul, UCS, RS.
- Canali, R. J., 2012, “Determinação de Propriedades Físicas de Diferentes Materiais para Discos e Pastilhas de Freio e Relação Destas Propriedades com Ruído”, Dissertação, Mestrado em Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Callister, W. D. J., “Fundamentos da Ciência e Engenharia de Materiais: Uma abordagem Integrada”, LTC, Tradução de: Sérgio Murilo Stamile Soares, 2ª ed. Rio de Janeiro.
- Colpaert, H., 2008, “Metalografia dos Produtos Siderúrgicos Comuns”, Tradução de: André Luiz V. Costa e Silva, Edgard Blucher, 4ª ed. São Paulo.
- Dedavid, A. B.; Gomes, I. C.; Machado, G., 2007 “Microscopia Eletrônica de Varredura: Aplicações e Preparação de Amostras: Materiais Poliméricos, Metálicos e Semicondutores”, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Guesser, W. et al, 2003, “Ferros Fundidos Empregados para Discos e Tambores de Freio”, Brake Colloquium. Gramado.
- Infantini, M. B., 2008, “Variáveis de desempenho dos discos de freios”, Dissertação, Mestrado em Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- International Standard, ISO 945-1, 2008, “Microstructure of cast irons-Part 1: Graphite classification by visual analysis. Switzerland”, 40 p.
- Mansur, H. S.; Pereira, M.; Oréfice, R., 2009, “Técnicas de Caracterização de Materiais. Biomateriais: Fundamentos e Aplicação”, Editora Cultura Médica, v. 1, 1ª ed. Rio de Janeiro: n.p.185-236.
- Maliska, A. M., 2006, “Microscopia Eletrônica e Varredura e Microanálise”, Laboratório de Caracterização Micro estrutural e Análise de Imagens, UFSC.
- Nakata, 2016, “Manual para Sistemas de Freios”, Disponível em: <<http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/TM053/Aulas/extras/Manual%20sistema%20de%20freios%20-%20Nakata.pdf>>. Acesso em: 30 set. 2016, 16:30.
- Padmanabhan, K.; Sirisha, K. S., 2014, “Forming, Characterization and Evaluation of Hardness of Nano Carbon Cast Iron”, Procedia Engineering, Tamilnadu, p. 1422 – 1433.
- Rausch, T., et al, 2010, “Application of quantitative image analysis of graphite structures for the fatigue strength estimation of cast iron materials”, Procedia Engineering 2,1283-1290, p. 1283-1290.
- Roca A. S., et al, 2012, “Thixoformability of hypoeutectic gray cast iron. Journal Of Materials Processing Technology”, 212, 1225 – 1235, p. 1228-1232.
- Science Popular Publishing Co., Out, 1964, Mensal, Nova Iorque.
- Serbino, E. M., 2005, “Um Estudo Dos Mecanismos de Desgaste em Disco De Freio Automotivo Ventilado de Ferro Fundido Cinzento Perlítico com Grafita Lamelar”, Dissertação, Mestrado em Engenharia Metalúrgica e de Materiais, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Starwarz, M., 2007, “Quality control of cast brake discs. Archives of Foundry Engineering Issue”, p. 121-122.

7. RESPONSABILIDADE AUTURAL

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho.

CHARACTERIZATION GRAY CAST IRON APPLIED IN BRAKE DISCS UTILITY VEHICLES

Sérgio Mateus Brandão, sergio.brandao@unievangelica.edu.br¹²

Palloma Vieira Murtele, pmuterlle@gmail.com²

Edison Gustavo Cueva Galárraga, cueva@unb.br²

Wanessa El-kantar, wanessa_el-kantar@hotmail.com¹

¹Mechanical Engineering Department, Universidade de Brasília (UnB) – Faculdade de Tecnologia, Campus Universitário Darcy Ribeiro Asa Norte – CEP 70910-900 – Brasília, DF, Brasil.

²Mechanical Engineering Department, Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA, Universitária Avenue, Km 3,3, CEP 75083 – 515 – Cidade Universitária – Anápolis, GO, Brazil.

Abstract: *Gray cast iron has been widely used in the manufacture of brake discs of automotive systems from new vehicles. With its development, there has also been a growth in the supply of this type of components with different manufacturers, besides the diversification of the geometries to intensify the heat dissipation to the environment. This study aims to characterize the Brinell microstructures and hardness of new and used brake discs from two different manufacturers applied in the same vehicle utility model. Materials characterization is an important task to evaluate the main mechanical properties, the microstructure present, their composition, within a context of relevance to a particular process, product or property. To characterize the brake discs evaluated in this study, microstructural analysis was performed using Optical Microscopy (OM), Scanning Electron Microscopy (SEM), chemical composition with Energy Dispersion Spectroscopy (EDS) and Brinell hardness tests (HB). The results showed that the microstructure of the metallic matrix of the gray cast iron applied in both discs is ferrite + perlite, being the perlite predominant, it was also observed that the morphology of the graphite is of the lamellar type and with distribution AI, according to ISO 945:2008. Some chemical compositions sample were also obtained, which showed consistent results according foreseen literature. In addition, the results of the Brinell hardness analyzes presented similar discs values of both manufacturers, new and used sample discs.*

Keywords: *Materials Characterization; Cast Iron Gray; Brake Disc.*