

## CARACTERIZAÇÃO MECÂNICA E MICROESTRUTURAL DE BIELAS NITRETADAS E SINTERIZADAS

DEISE CHAVES SALES<sup>1</sup>, MARCOS A. FONTES<sup>2</sup>, RAFAEL R. DA SILVA<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Graduando em Engenharia Mecânica, Voluntária, IFSP, Campus Sertãozinho, deise.chaves.sales@gmail.com

<sup>2</sup>Engenheiro Mecânico, Doutor em Ciências e Engenharia dos Materiais, Professor, IFSP, Campus Sertãozinho, marcos.fontes@ifsp.edu.br

<sup>3</sup>Graduando em Engenharia Mecânica, Voluntária, IFSP, Campus Sertãozinho, rafaricharddasilva@gmail.com

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 3.03.04.03-2 Propriedades mecânicas dos metais e ligas

Apresentado no

10º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP ou no 4º Congresso de Pós-Graduação do IFSP

27 e 28 de novembro de 2019- Sorocaba-SP, Brasil

**RESUMO:** A utilização da tecnologia da metalurgia do pó na produção de peças tem aumentado rapidamente, principalmente devido esta técnica permitir produzir materiais com composições que são impossíveis em obter por processo de fundição convencional. O processo permite produzir peças com excelente homogeneidade estrutural, ótimas estabilidades dimensionais, bom comportamento ao desgaste, e boa tenacidade, se comparado com produtos originados do processo convencional. A presença de poros nos materiais sinterizados, por um bom tempo, foi um fator limitante no diz respeito a aplicações em peças estruturais submetidas a tensões cíclicas. O aumento na demanda por peças sinterizadas com maiores durezas, resistência ao desgaste e resistência à fadiga, fez com que os tratamentos termoquímicos se tornassem procedimentos comuns. A nitretação por plasma é um processo capaz de promover uma melhor resistência ao desgaste, e conseqüentemente aumentar o uso de peças sinterizadas em diversas aplicações (FONTES, 2014). O objetivo deste trabalho foi caracterizar as bielas nitretadas quanto aos valores de microdureza superficial, comparando os resultados com bielas sinterizadas passadas pelo processo de ferroxidação. Resultados mostram que as bielas nitretadas apresentam uma microdureza superficial maior que as bielas ferroxidadas, indicando melhor propriedade mecânica de microdureza quando na utilização do tratamento termoquímico de nitretação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Bielas; caracterização mecânica; nitretação; ferroxidação.

### MECHANICAL AND MICROSTRUCTURAL CHARACTERIZATION OF NITRIDED AND SINTERED CONNECTING RODS

**ABSTRACT:** The use of powder metallurgy technology in the production of parts has been increasing rapidly, mainly because this technique allows to produce materials with compositions that are impossible to obtain by conventional casting process. The process allows to produce parts with excellent structural homogeneity, excellent dimensional stability, good wear behavior, and good toughness, compared to products originating from the conventional process. The presence of pores in sintered materials, for a long time, was a limiting factor regarding applications in structural parts subjected to cyclic stresses. Increasing demand for sintered parts with higher hardness, wear resistance and fatigue resistance has made thermochemical treatments common. Plasma nitriding is a process capable of promoting better wear resistance and consequently increasing the use of sintered parts in various applications (FONTES,2014). The objective of this work was to characterize the nitrided connecting rods according to the surface microhardness values, comparing the results with sintered connecting rods passed through the ferrox treatment process. Results show that the nitrided connecting rods have a higher surface hardness than the ferrox connecting rods, indicating a better mechanical property of microhardness when using the thermochemical treatment of nitriding.

**KEYWORDS:** Connecting rods; mechanical characterization; nitriding; ferrox treatment.

## INTRODUÇÃO

A técnica da metalurgia do pó na produção de peças está sendo muito utilizada, pois permite produzir materiais com composições que antes eram impossíveis de obter por processo de fundição usual. O ponto positivo deste processo é permite a produção peças com excelente homogeneidade estrutural, estabilidades dimensionais, bom comportamento ao desgaste, e boa tenacidade, se comparado com produtos originados do processo convencional (CHIAVERINI, 2012). Sendo assim, materiais de alta densidade sem poros podem ser produzidos com maior facilidade, usando um método de prensagem a quente com o objetivo de melhorar a coesão interna, sendo que a principal característica deste processo é manter a temperatura abaixo da temperatura de fusão do elemento constituinte principal. A nitretação é um dos processos de tratamento superficial mais frequentemente encontrados para se obter essas melhorias, pois é considerado um processo simples, com baixo custo relativo, e boa capacidade de melhorar substancialmente a dureza das superfícies, bem como as resistências as desgaste e corrosão (FERNANDES, 2008). Atualmente, busca-se por agilidade nos processos mantendo a qualidade, deste modo o aumento por peças sinterizadas se tornaram comuns para obter peças com maior dureza, resistência a fadiga e desgaste.

## MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de ferro sinterizado nitretadas apresentam como composição química do substrato as especificações da Tabela 1.

TABELA 1. Composição química do substrato das amostras nitretadas.

Elemento	% em peso
Carbono	0,20 – 0,40%
Cobre	1,75 – 2,25%
Enxofre	0,14 – 0,22%
Ferro	Balanço

Para a análise metalográfica, as amostras foram preparadas com o uso de lixas com granulometria progressiva de 220, 320, 400, 500, 600, 800 e 1200, com um polimento posterior utilizando pasta de alumina em suspensão, com granulometria de 0,1  $\mu\text{m}$ . O ataque químico das amostras foi realizado utilizando o nital 3%.

A análise de microdureza superficial foi feita utilizando o microdurômetro Buehler modelo 1600-6300, na escala de microdureza Vickers, com carga de 100 gf. Foram realizadas 10 medições da microdureza superficial para bielas em cada condição de tratamento termoquímico, sendo que as regiões medidas foram escolhidas aleatoriamente.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 assim mostra o resultado de microdureza de amostras de ferro sinterizado com os dois tipos de tratamentos superficiais. Nota-se, visualmente que as bielas nitretadas apresentam valores de microdureza superficial superiores as bielas ferroxidadas. O valor médio das 10 medições de microdureza superficial para a amostra nitretada apresenta um valor de 104,7HV, enquanto que para a amostra ferroxidada o valor médio da microdureza superficial é de 84,3HV

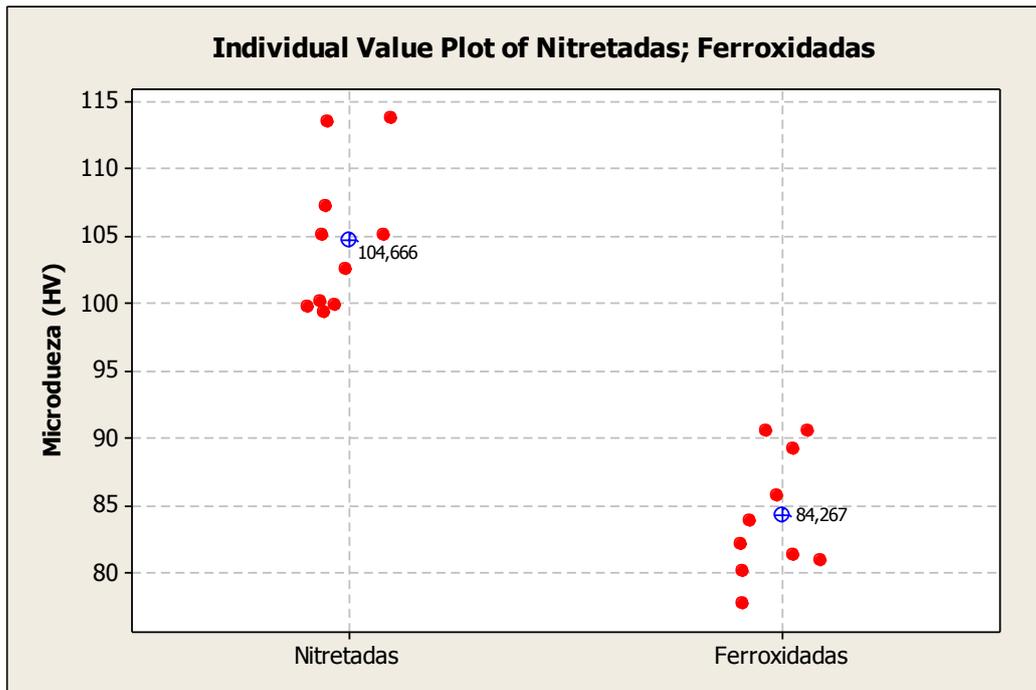


FIGURA 1 – Comparativo da microdureza superficial das amostras.

As Figuras 2 e 3 mostram, respectivamente, a metalografia de amostras nitretadas antes (Figura 2) e após (Figura 3) o ataque químico com nital 3%.

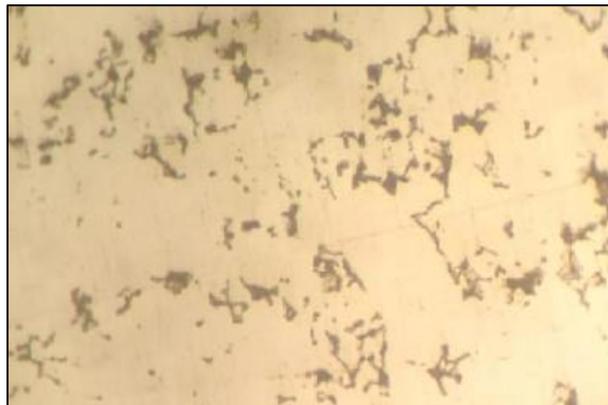


FIGURA 2. Metalografia antes do ataque para identificação dos poros.

Nota-se, pela Figura 2, a presença de grande quantidade de poros no interior do substrato das amostras, o que comprova e caracteriza componentes fabricados pela metalurgia do pó.

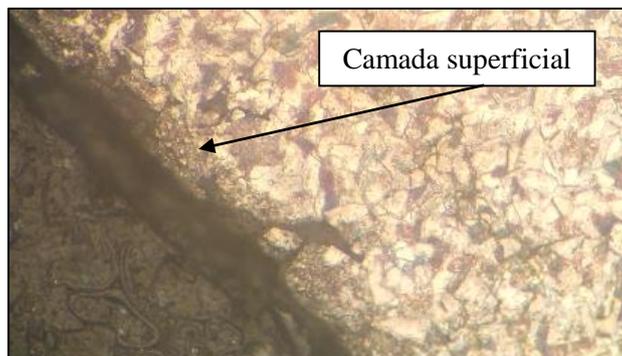


FIGURA 3. Metalografia para identificação da camada nitretada.

Já a Figura 3 é possível visualizar a presença da camada nitretada, uma vez que estas bielas passaram pelo processo de nitretação a plasma.

Segundo Fontes (2014), o tratamento termoquímico de nitretação pode ser considerado eficaz na capacidade de encobrir os poros presente na estrutura do material sinterizado, favorecendo assim o aumento da resistência ao desgaste.

## **CONCLUSÕES**

Conclui-se, baseado nos resultados apresentados, que as amostras de ferro sinterizado nitretadas possuem uma dureza superficial muito maior que as amostras ferroxidadas, promovendo assim uma melhor propriedade mecânica de microdureza, que pode levar como consequência, uma melhor propriedade de resistência ao desgaste.

Os resultados deste projeto serão fontes importantes para a empresa produtora de compressores herméticos para refrigeração, para que verifiquem atualmente como estão recebendo as bielas de seu fornecedor, através do estudo da caracterização microestrutural e mecânica das mesmas, e avaliem o nível de qualidade dos componentes recebidos.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao meu orientador e aos professores do IFSP Sertãozinho pelo apoio no projeto, além da oportunidade de poder aprender a cada dia com todos do grupo. Agradeço também ao apoio do técnico de laboratório da Mecânica, Eliseu Martins Correia, pelos ensinamentos técnicos, auxílio e disposição.

## **REFERÊNCIAS**

CHIAVERINI, V. Aços e Ferros Fundidos. Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração, 7ª edição ampliada e revista, 2012.

FERNANDES F. A. P.; Lombardi Neto, A.; Casteletti, L. C.; Oliveira A. M.; Totten, G. E. Heat Treat. Prog. 8 (2008) 41.

FONTES, M. A. et al. Characterization of plasma nitrided layers produced on sintered iron. Journal of Materials Research and Technology, v. 3, n. 3, p. 210-216, 2014.

MORO, NORBERTO.; PAEGLE AURAS, ANDRÉ. Metalurgia do pó e o futuro da indústria. Disponível em: <<http://norbertocefetsc.pro.br/downloads/metalurgiadopo.pdf>> Acesso em: 16 de nov. 2019.