



CEMENTAÇÃO SÓLIDA NO AÇO ABNT 8620 UTILIZANDO FERRO FUNDIDO COMO FONTE DE CARBONO E CARBONATO DE CÁLCIO COMO ATIVADOR

Lucas de Almada Torres, lucas_f_almada@hotmail.com¹
Manoel Quirino da Silva Junior, manoel.quirino@ufersa.edu.br¹
Íngrid Heloisa da Silva Alves, ihsalves@uesc.br²
Francisco Edson Nogueira Fraga, nfraga@ufersa.edu.br¹
Daniel Alves Bezerra, danielalvesb6@gmail.com

¹Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Av. Francisco Mota, 572, Bairro Costa e Silva, CEP 59625-900, Mossoró-RN

²Universidade Estadual de Santa Cruz, Rodovia Jorge Amado, Km 16, Bairro Salobrinho, CEP 45662-900, Ilhéus-BA

Resumo. A construção mecânica exige peças metálicas de determinados requisitos, de modo a torná-las aptas a suportar satisfatoriamente as condições de serviço a que estarão sujeitas. O tratamento de cementação tem propósito de fabricar peças que possuam uma elevada resistência à fadiga e ao desgaste superficiais mantendo tenacidade e ductilidade em seu interior. O tratamento termoquímico abordado neste trabalho foi a cementação sólida no aço ABNT 8620. O objetivo foi avaliar a influência do tempo de tratamento e da composição do fluxo de carbono sobre a dureza da camada cementada utilizando o ferro fundido cinzento como meio sólido fornecedor de carbono e o carbonato de cálcio como ativador. Os tratamentos de cementação foram efetuados em uma temperatura constante de 900 °C, em diferentes intervalos de tempo variando de 1 hora, 2 horas, 4 horas, 6 horas, seguido do tratamento de têmpera em água agitada. Foi observado aumento de dureza superficial em função do tempo.

Palavras chave: Cementação, Aço ABNT 8620, Ativador, Ferro fundido, Ecologia.

1. INTRODUÇÃO

Um dos tratamentos termoquímicos mais antigos, utilizado pela humanidade, é o procedimento denominado hoje por cementação. Artefatos de aço cementado e endurecidos foram encontrados na Europa Central e datam de 300 anos antes de Cristo (KLUBEL, 1990).

Com a revolução industrial nos séculos XVIII e XIX, a cementação passou a representar o principal tratamento térmico na fabricação de ferramentas, máquinas e equipamentos, além de componentes mecânicos para a indústria de bicicletas, automotiva e evidentemente para a área militar (GADDY, 1998).

Segundo Chiaverini (2012, p. 130) o tratamento busca o endurecimento superficial da peça mudando a composição química dessa superfície a partir da adição de um elemento químico. A modificação química seguida de um tratamento térmico apropriado modifica as propriedades mecânicas da peça. Normalmente são utilizados elementos como: carbono, nitrogênio e boro, embora existam outros elementos com o mesmo princípio.

A cementação consiste na formação de uma camada superficial de elevado teor de carbono, permanecendo inalterado o percentual de carbono do núcleo, gerando assim uma superfície endurecida com um núcleo tenaz. Para isso faz-se a adição de carbono na superfície da peça por meio de difusão e posteriormente faz-se o aquecimento seguido de resfriamento rápido em condições adequadas de tempo e temperatura (CALLISTER, 2013).

A crescente preocupação mundial na conservação do meio ambiente e a necessidade do desenvolvimento de processos industriais ecologicamente corretos, vem sendo um dos campos de pesquisa mais importantes para as diferentes áreas da ciência e tecnologia.

O objetivo fundamental desta pesquisa, é o desenvolvimento de um granulado para cementação sólida, que utiliza material reciclado como parte da sua matéria-prima, reduzindo assim o seu custo de fabricação, e a substituição do ativador tradicional a base de carbonato de bário, considerado tóxico, por carbonato de cálcio, que não possui restrições com relação a questões ambientais.

2. METODOLOGIA

Inicialmente foi realizado a preparação das misturas do pó utilizado na cementação. Foi utilizado um ferro fundido de classe FC-200 (material utilizado em tambores de freio), cuja composição de carbono, segundo a ABNT, é entre 2,90% e 3,90% de C. Para a obtenção do ferro fundido na forma de pó foram necessárias algumas etapas. Todas as etapas foram realizadas no Laboratório de Produção Mecânica da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Na primeira etapa a peça passou pelo processo de torneamento do material utilizando os parâmetros velocidade, avanço e profundidade de 20m/min, 0,079mm/rot e 1mm respectivamente e obteve em sua maioria cavacos na forma de fitas e helicoidal. Esse modelo de cavaco foi escolhido a fim de facilitar o processamento do mesmo na próxima etapa.

Na segunda etapa esse cavaco foi colocado em um liquidificador para transforma-lo em pó. Para otimizar o processo de fragmentação, foi adicionado ao liquidificador pequenas porções do ferro fundido (100g) trabalhando na rotação máxima do aparelho, por um tempo médio de 5 minutos. O processo de fragmentação só foi concluído quando foi obtido o pó de ferro fundido e a quantidade necessária para ser misturada com o ativador nas devidas proporções. A Figura 1 mostra o ferro fundido em pó obtido.

Figura 1. Pó de Ferro Fundido



O ativador escolhido foi o carbonato de cálcio (CaCO_3) por ser um produto inodoro e não tóxico. Na Tabela 1, a seguir, apresenta três formulações de misturas que foram utilizadas para cementação com variações no teor do pó de ferro fundido e carbonato de cálcio utilizadas neste trabalho.

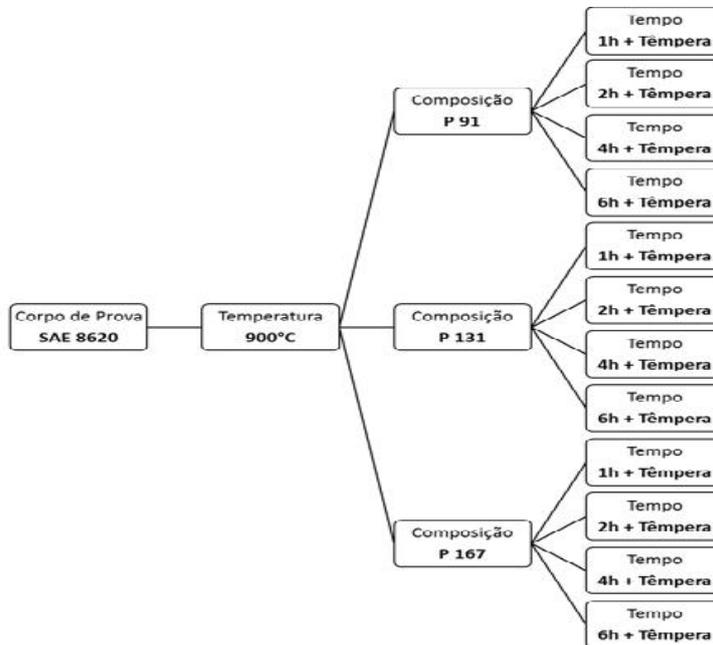
Tabela 1. Formulação das misturas

Composição	P91	P 131	P 167
Ferro fundido cinzento [%]	90,9	86,9	83,3
Carbonato de cálcio [%]	9,1	13,1	16,7

Os corpos de prova utilizados foram o aço de baixa liga SAE 8620. As dimensões dos corpos de prova forma diâmetro externo de 30mm e espessura de 10 mm. Quatro tempos de tratamento foram utilizados. Ao todo tem-se 12 corpos de prova.

Para o processo de tratamento térmico as amostras foram colocadas em caixas confeccionadas de metalon com dimensão de largura 45mm, profundidade 45mm e altura 60mm. Para evitar a queima prematura do granulado, foi empregada uma tampa sobre a caixa. O tratamento térmico é feito com o forno a 900°C. Após a cementação as amostras passam por um processo de têmpera. Neste processo as amostras foram aquecidas novamente até 900°C durante 30 minutos e logo após sofreram um resfriamento brusco em um tanque de água agitada. A Figura 2 mostra o fluxograma do processo de tratamento termoquímico seguido de têmpera.

Figura 2. Fluxograma dos tratamentos de cementação e têmpera

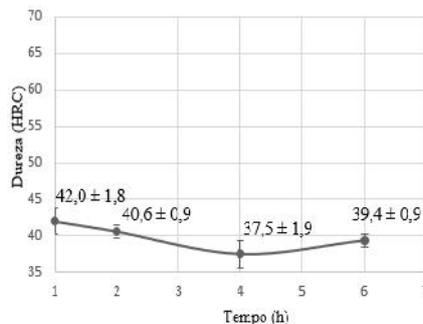


As medições de dureza foram realizadas com um durômetro digital Mitutoyo, modelo HR 430MS. A escala de dureza utilizada no experimento foi a Rockwell C (HRC). As amostras que não sofreram tratamento termoquímico não foram possíveis obter sua dureza na escala HRC, sendo assim essas amostras foram medidas em uma escala menor, a Rockwell B (HRB). Os ensaios de dureza foram realizados apenas na superfície da amostra com o objetivo de determinar o incremento de dureza após os tratamentos de cementação, e observar se o tempo de tratamento, bem como as diferentes composições, interferiram nesse acréscimo de dureza.

3. RESULTADOS

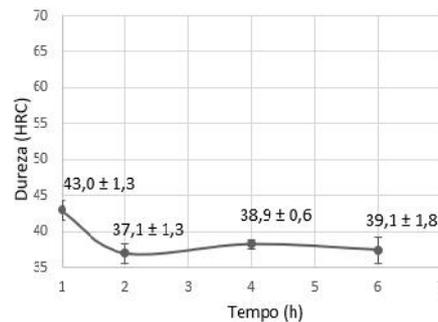
Na composição P131, Figura 3, a dureza variou de 41,4 HRC (1 hora) a 39,4 HRC (6 horas). Considerando-se que o desvio padrão desses resultados oscilaram entre 0,9 e 1,8, pode-se afirmar que os resultados de dureza foram estatisticamente iguais para os diferentes tempos de tratamento aplicados com a mistura de P131.

Figura 3. Resultados para P131



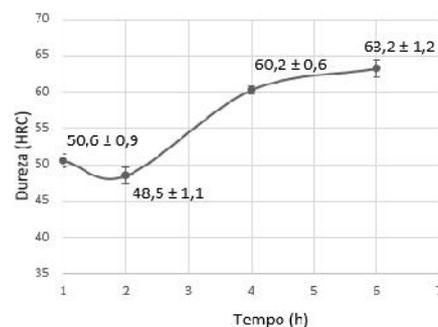
Na composição P167, Figura 4, foi observado que com o aumento da concentração do ativador obtemos valores de dureza ainda mais baixos. Nos tempos 2 horas a 6 horas pode-se afirmar que os resultados de dureza foram estatisticamente iguais, considerando que o desvio padrão desses resultados oscilaram entre 0,6 e 1,8, ou seja as variações da dureza média observadas na composição P167 não são significativas.

Figura 4. Resultados para P167



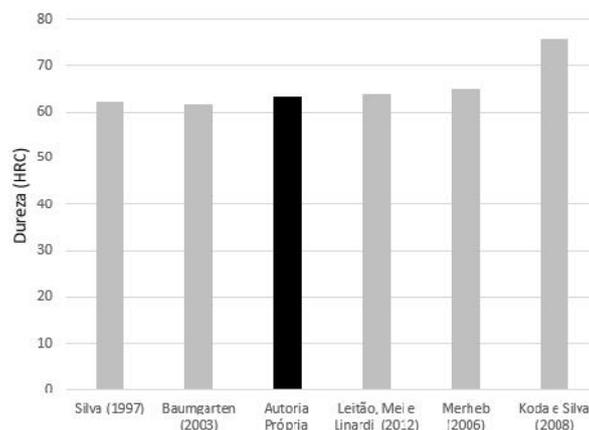
Na Figura 5 são apresentados os resultados das médias dos ensaios de dureza para a composição P91. Pode-se observar aumento significativo de dureza para todos os tempos em relação as composições anteriores. Para o tempo de 6 horas teve-se o melhor resultado com dureza de 63,2HRC.

Figura 5. Resultados para P91



Na Figura 6, para fins de melhor análise, é comparado o melhor resultado obtido neste trabalho (composição P91 em 6 horas de cementação) com os resultados dos trabalhos de Leitão, Mei e Linardi (2012), Merheb (2006), Koda e Silva (2008) e Silva (1997).

Figura 6. Comparativo de dureza superficial entre os dados obtidos neste trabalho e os dados dos trabalhos pesquisados



Pode-se constatar que os resultados de dureza obtidos no presente trabalho foram compatíveis com resultados obtidos por outros autores. Portanto, plausíveis e aceitáveis os procedimentos e resultados deste trabalho, particularmente aqueles adotados para a composição P91 (90,9% ferro fundido/ 9,1% carbonato de cálcio) com 6 horas de cementação, seguido de têmpera.

4. CONCLUSÕES

As análises dos resultados e discussões permitem várias conclusões, onde as principais referentes a este trabalho são apresentadas a seguir:

- O melhor resultado de dureza foi obtido para a amostra tratada com 6 horas e com a mistura de composição 9,1% de carbonato de cálcio e 90,9% de ferro fundido, que atingiu uma dureza média máxima de 63,2 HRC;
- O resultado obtido para P91 (90,9% ferro fundido/ 9,1% carbonato de cálcio), quando comparado a outros trabalhos, mostrou-se satisfatório, uma vez que permitiu atingir durezas semelhantes;
- O resultado deste trabalho mostrou que um aumento relativo do percentual de carbonato de cálcio para cada formulação de granulado pesquisado diminui a capacidade de cementação do mesmo. O aumento do CaCO₃ diminuiu o potencial de cementação quando utilizado nas proporções P131 e P167;
- A composição com menor capacidade de cementação foi o P167, fato esse se deu, provavelmente, em função da alta concentração de carbonato de cálcio (83,3% ferro fundido/ 16,7% carbonato de cálcio).

4. REFERÊNCIAS

- CALLISTER, William D.; RETHWISCH, David G. *Ciência e engenharia de materiais: uma introdução*. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.
- CHIAVERINI, Vicente. *Aços e ferros fundidos*. 7. ed. ampl e rev. São Paulo: ABM, 2012.
- GADDY, O. L. The color case-hardening of firearms – Part I. *The Doble Gun Journal*, Volume 7, n° 4, 1998.
- KLUBEL Jr., EDWARD J. Extending carburizing process capabilities. *Advanced materials & Processes*, vol. 137, n° 3, p. 41-48, março 1990.
- KODA, F.; SILVA, C.h.. Ensaio tribológico em engrenagens de ferro fundido nodular austemperado e aço baixa liga 8620 cementado utilizando equipamento Fzg-Lasc. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO LFS, 9., 2008, Curitiba. Artigo. Curitiba: LFS, 2008.
- LEITÃO, C. J.; MEI, P. R.; LIBARDI, R. Efeitos da cementação e da nitretação no custo e na qualidade de engrenagens produzidas com aços abnt 4140 e 8620. **tecnologia em metalurgia materiais e mineração**, [s.l.], v. 9, n. 3, p.257-263, 2012. editora cubo multimedia. <http://dx.doi.org/10.4322/tmm.2012.036>.
- MERHEB, Eduardo Wingeter et al. Estudo comparativo entre o processo de têmpera intensiva (IQ) e o processo de têmpera convencional (resfriamento em óleo) de aço cementado SAE 8620. In: TEMAS DE TRATAMENTO TÉRMICO. Seminário. São Carlos: EESC, 2006. p. 1 - 9.
- SILVA, Valdinei Ferreira da. Influência da austenita retida no crescimento de trincas curtas superficiais por fadiga em camada cementada de aço SAE 8620. 1997. 137 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1997.

5. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.