

**Estudo da microestrutura e da microdureza dos aços 1020 e 1060*****Study of microstructure and microhardness of steels 1020 and 1060***<sup>1</sup> Luciano Monteiro Rodrigues<sup>1</sup> Carlos Henrique Reis dos Santos<sup>1</sup> Rodrigo Ribeiro Veloso<sup>1</sup> Marianne Vieira Lemos<sup>2</sup> Claudinei dos Santos<sup>3</sup> Ricardo de Freitas CabralArtigo  
OriginalOriginal  
Paper**Palavras-chave**

Aço

Carbono

Microestrutura

Microdureza Vickers

**Resumo**

Estudos sobre aço têm sido diversamente difundidos com o passar dos anos, devido ao grande interesse da indústria metalúrgica sobre tal metal tão utilizado. Este trabalho tem como objetivo principal a caracterização microestrutural e a análise da Microdureza Vickers dos aços 1020 e 1060. Aços 1020 e 1060 se diferenciam pela quantidade de Carbono existente na composição química. As amostras foram preparadas metalograficamente, conforme norma ASTM E 407. As análises foram realizadas, utilizando-se os seguintes equipamentos: Microscópio Óptico (MO), Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) e Microdurômetro. Testes em MO mostram a morfologia da microestrutura com a presença de determinados níveis de carbono nos aços estudados. Tal resultado foi também analisado pelas imagens de alta resolução obtidas no MEV. Testes de microdureza na escala Vickers foram realizados com duas cargas de endentação. Os resultados encontrados mostram que, tanto na análise microestrutural, quanto na análise de dureza, os valores claramente evidenciam as características dos dois tipos de aço estudados. Concluímos que a presença de Carbono influencia diretamente na dureza do tipo de aço escolhido. Pouca quantidade de Carbono na microscopia do aço 1020 explica os baixos valores de dureza Vickers desse aço. No aço 1060, a maior presença de carbono evidencia a maior dureza Vickers da ordem de 240 HV.

**Abstract**

*Studies on steel have been variously diffused through the years due to the great interest of metallurgical industry of metal are used. This work has as its main objective the microstructural characterization and analysis of Vickers Microhardness of steels 1020 and 1060. 1020 and 1060 steels differ by the amount of carbon in the chemical composition. The samples were prepared metallographically the ASTM and 407. The analyses were carried out using the following equipment: Optical Microscope (OM); Scanning electron microscope (SEM) and Microhardness tester. MO tests show the morphology of microstructure and indicate the presence of certain levels of carbon in steels studied. Such a result was also examined by high-resolution images obtained in SEM. Microhardness in Vickers scale tests were conducted with two loads of indentation. The results show that both the microstructural analysis as in the analysis of hardness, the values clearly show the two types of steel studied. We conclude that the presence of carbon influences directly on hardness of steel type chosen. A small amount of carbon in 1020 steel transmission explains the low values of Vickers hardness of the steel. In 1060 steel the largest carbon presence highlights the greater hardness Vickers of 240 HV order.*

**Key-words**

Steel

Carbon

Microstructure

Vickers

Microhardness

<sup>1</sup> Mestrado em Materiais - UniFOA<sup>2</sup> Centro Universitário de Volta Redonda - UniFOA, Faculdade de Tecnologia Campus Regional de Resende - UERJ<sup>3</sup> Professor responsável Doutor - UniFOA / Professor Doutor - Centro Universitário Geraldo Di Biase - UGB

## 1. Introdução

Segundo Marmontel et al.<sup>[3]</sup>, o estudo dos produtos metalúrgicos, com auxílio de microscópio visa à determinação de seus constituintes, sua textura e fase, por meio de análises realizadas em superfícies polidas e, em geral, atacadas por um reativo adequado, no nosso caso, Nital 3%. Isso possibilita a visualização da textura microscópica do material e seus constituintes, colocando em evidência os diversos grãos de que é formado, com suas respectivas fases das estruturas resultantes.

O material deste estudo é o aço, que é uma liga cujos principais elementos são o ferro e o carbono, entretanto, que sempre contém elementos secundários presentes, devido aos processos de fabricação ou para fornecer alguma característica a ele, de maneira a formar as grandes famílias de aço, dos mais rígidos aos mais estampáveis. O Carbono é o principal elemento endurecedor em relação ao ferro, mas outros elementos, como o manganês, o silício e o fósforo participam igualmente do ajuste do nível de resistência do aço.<sup>[1,2]</sup>

O aço contém, geralmente, de 0,008% a 2,0% de carbono<sup>[1]</sup>, definindo sua classificação quanto à quantidade desse último. O aço classificado como baixo carbono possui, no máximo, 0,30% do elemento, com baixa resistência e dureza e alta tenacidade e ductilidade, sendo usinável e soldável, além de apresentar baixo custo de produção, pois, geralmente, esse tipo de aço não é tratado termicamente. O de médio carbono apresenta de 0,30 a 0,60%, possui maior resistência e dureza e menor tenacidade e ductilidade, em relação ao de baixo carbono. Apresenta quantidade de carbono suficiente para receber tratamento térmico de têmpera e revenimento, embora o tratamento, para ser efetivo, exija taxas de resfriamento elevadas e em seções finas. Por último, o de alto carbono possui de 0,60 a 1,00% desse elemento, sendo o de maior resistência e dureza. Porém, apresentam menor ductilidade entre os aços carbono. Geralmente, são utilizados temperados ou revenidos, possuindo propriedades de manutenção de um bom fio de corte.<sup>[2]</sup>

O sistema de classificação mais adotado na prática é o SAE-AISI. Nele, o aço carbono utiliza o grupo 10xx, sendo que os últimos dois dígitos representam o conteúdo de carbono

do aço, por exemplo, o aço 1020 indica que possui 0,2% C (Baixo Carbono) e o aço 1060, possui 0,6% C (Alto Carbono). As principais aplicações do aço 1020 são em chapas automobilísticas, perfis estruturais, placas para produção de tubos, construção civil, pontes e latas de folhas de flandres e as do aço 1060 são em talhadeiras, folhas de serrote, martelos e facas<sup>[2]</sup>.

Entre os materiais de construção, o aço tem uma posição de relevo, pois combina resistência mecânica, trabalhabilidade, disponibilidade e baixo custo. Assim sendo, é fácil compreender a importância e a extensão da aplicação dos aços em todos os campos da engenharia, nas estruturas fixas, como de edifícios, ponte, como nas móveis, na indústria ferroviária, automobilística, naval, aeronáutica, etc<sup>[1,4]</sup>.

## 2. Materiais e Métodos

Foram utilizadas barras quadradas de (10x10) mm<sup>2</sup> dos aços 1020 e 1060, que foram cortadas no tamanho desejado, utilizando-se uma Cortadora Metalográfica Teclago C M40 com disco abrasivo, do UniFOA. Em seguida, as amostras foram embutidas a quente, utilizando-se baquelite e a Embutidora Metalográfica Arotec PRE 30 Mi, do UniFOA, num processo de 40 min que envolve aquecimento até atingir 165 °C e resfriamento até chegar a 40 °C, sob uma pressão de trabalho de 130 Kgf/cm<sup>2</sup>.

Após o embutimento, as amostras foram identificadas com a utilização de um pirógrafo e submetidas ao processo de lixamento, utilizando-se uma Politriz Lixadeira Metalográfica Arotec e lixas de carbetto de silício, do UniFOA, com sete granulações distintas. Em seguida, através de um Microscópio Óptico, do UniFOA, verificamos que a superfície não apresentava arranhões e foram comparadas com um quadro de inclusões para avaliação da superfície lixada.

Após o lixamento e análise da superfície, foi realizado o polimento, utilizando uma Politriz, um pano apropriado e alumina com diferentes granulações (1µm, 0,3 µm e 0,05 µm), a fim de se obter uma superfície espelhada, ideal para realizar a última etapa do procedimento, o ataque químico. O reagente

utilizado para atacar quimicamente a amostra foi o Nital 3%. Foi imersa uma amostra de cada vez durante 3 s, em um recipiente contendo o reagente químico, para revelação das microestruturas típicas dos aços em questão.

Após o ataque químico, as amostras foram lavadas e, em seguida, secas, a fim de isentá-las de qualquer impureza que pudesse dificultar a visualização da superfície atacada. Utilizou-se o Microscópio Metalográfico Invertido Opton TNM-07T-PL e um Microcomputador com o software ScopePhoto3.0, ambos do UniFOA, para realizar a microscopia ótica nas ampliações desejadas.

Foi realizada a Microdureza Vickers, medindo-se as diagonais e obtendo-se a medida direta em HV no equipamento. O valor da dureza com a Pirâmide de Diamante Vickers é a carga aplicada (em kgf) dividida pela área da superfície da indentação (em mm<sup>2</sup>), de acordo com a equação 1: <sup>[5]</sup>

$$HV = \frac{2F \operatorname{sen} (136^\circ/2)}{d^2} \cong 1,854 \frac{F}{d^2} \quad (1)$$

Onde:

F= é a carga em kgf;

d = é a media aritmética das duas diagonais, d1 e d2 em mm;

HV = é a dureza Vickers.

Para o cálculo do valor da dureza Vickers, foi utilizado um Microdurômetro Time DHV-1000 com um indentador de diamante vickers, do UniFOA, que tem a forma de uma pirâmide de base quadrada com ângulo de 136° entre as faces, e uma objetiva de 40X para realizar dez microindentações, durante 15 s, nos aços 1020 e 1060, obedecendo-se a distância de 1mm de uma impressão a outra, utilizando-se cargas de 2,94 N e 9,8 N.

A última etapa de caracterização foi a análise por MEV marca Hitachi TM3000 e software TM-3000, do UniFOA, para obtenção das imagens com ampliações maiores e mais detalhadas dos materiais. Foram selecionadas as melhores imagens das microestruturas com as indentações piramidais dos aços 1020 e 1060, nas ampliações de 1200, 1500 e 2500X.

### 3. Resultados e Discussões

As micrografias das Figuras 1 e 2 (a) e (b) são os resultados das análises realizadas nos aços 1020 e 1060, por meio de microscopia ótica, sob aumentos de 20 e 40X. Com isso, foi comprovada a microestrutura granular dos aços e seus microconstituintes (ferrita + perlita). Foi verificado também que a quantidade do teor de carbono é compatível com a especificação da cada material.

Figura 1 - Micrografia do Aço 1020: (a) 20X e (b) 40X

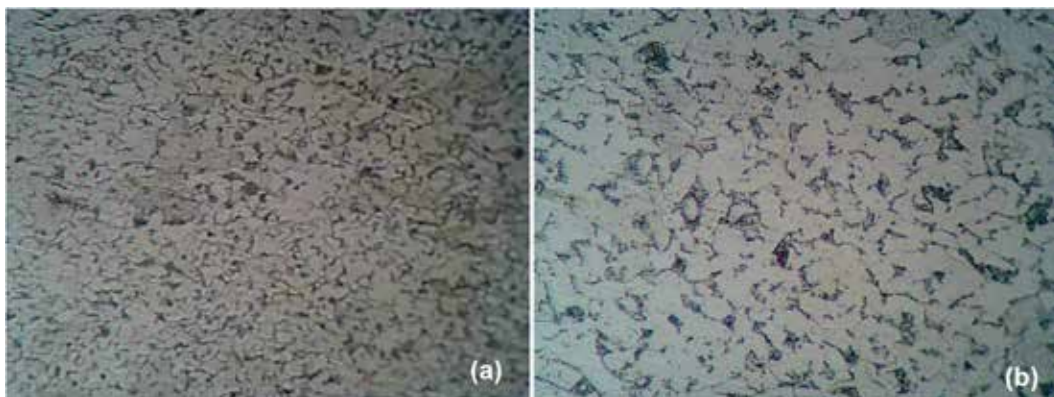
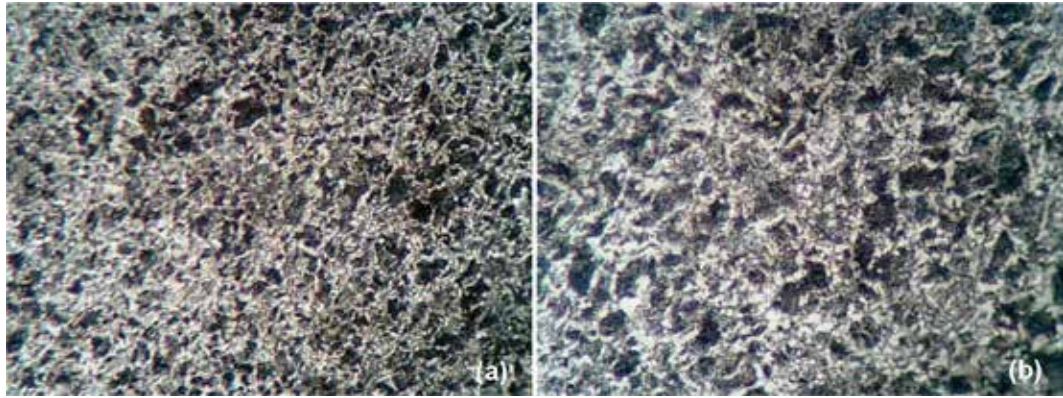


Figura 2 - Micrografia do Aço 1060: (a) 20X e (b) 40X



Como pode ser visto na Figura 3, os resultados obtidos mostraram que o aço 1020 é mais macio (dúctil) do que o aço 1060, comprovando-se com isso a influência direta do carbono como endurecedor do material, ou seja, quanto mais carbono, mais duro e resistente será o material. Outro fato observado é que, com o aumento da carga, a impressão também aumentou proporcionalmente, como pode ser visto nas Figuras 4 a 7, por microscopia óptica e, nas Figuras 8 e 9, por MEV, porém os valores mantiveram-se inalterados. Isso mostra que os resultados independem da carga utilizada no ensaio.

Figura 3 - Valores de dureza Vickers para o aço 1020 e 1060, sob cargas de 2,94 N e 9,8 N

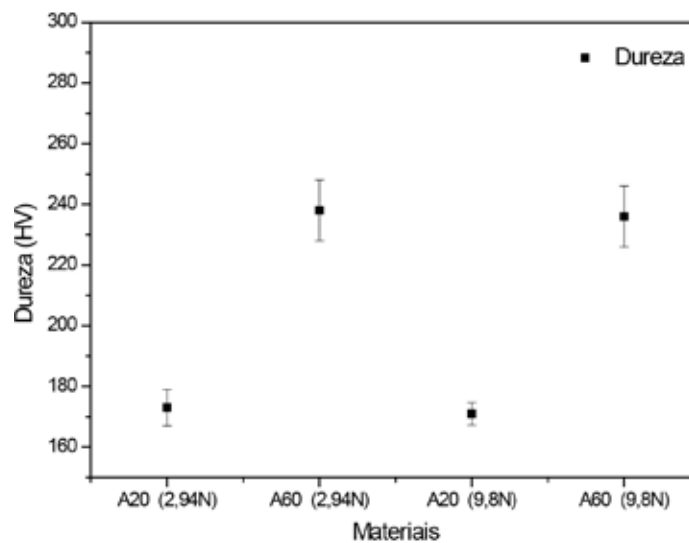


Figura 4 - Microestrutura com indentação do aço 1020 (20X), sob as cargas: (a) 2,94 N e (b) 9,8 N

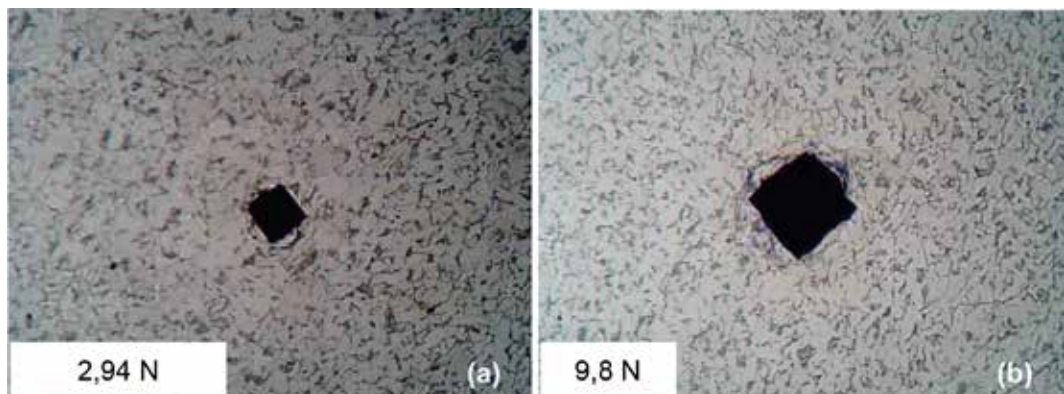




Figura 5 - Microestrutura com indentação do aço 1020 (40X), sob as cargas: (a) 2,94 N e (b) 9,8 N

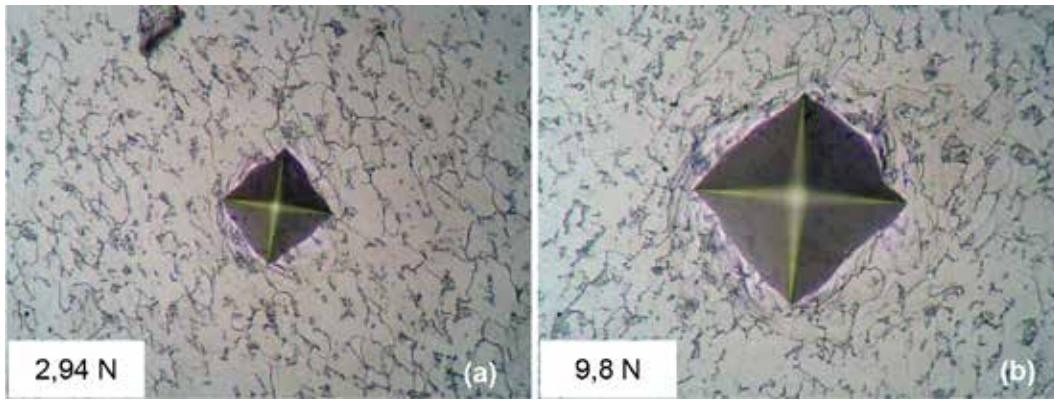


Figura 6 - Microestrutura com indentação do aço 1060 (20X), sob as cargas: (a) 2,94 N e (b) 9,8 N

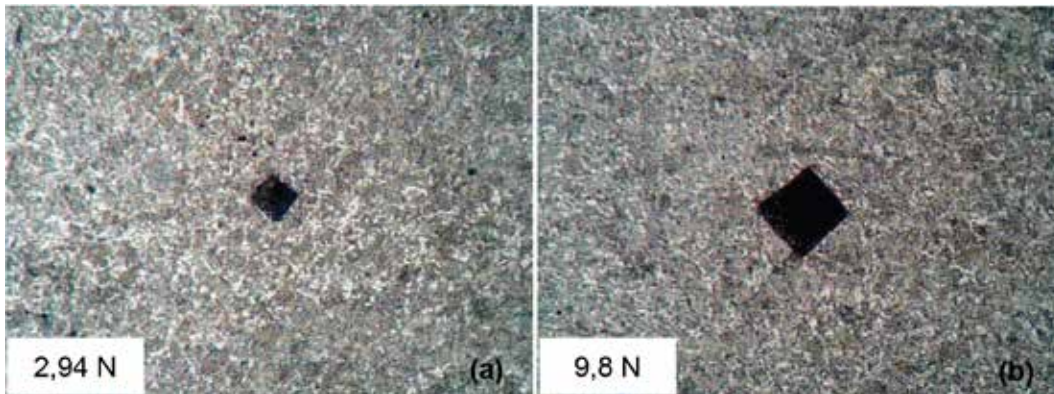


Figura 7 - Microestrutura com indentação do aço 1060 (40X), sob as cargas: (a) 2,94 N e (b) 9,8 N

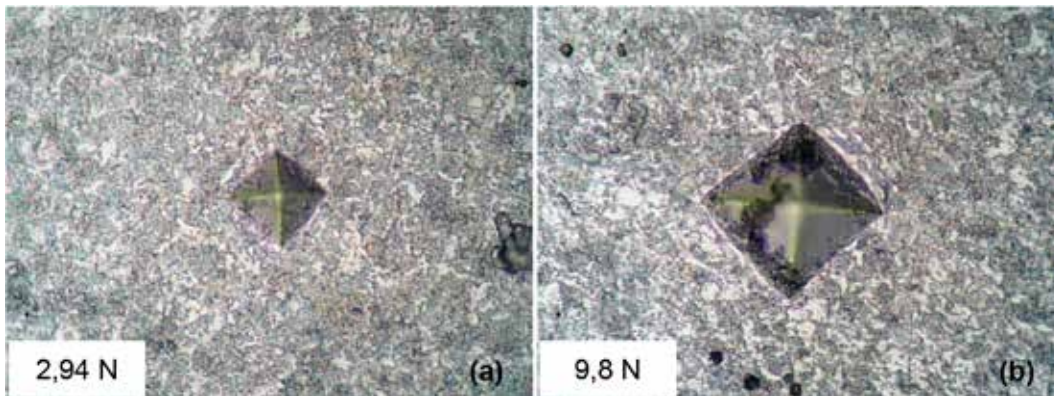


Figura 8 - Microestrutura com indentação do aço 1020: (a) 2,94 N (1500X) e (b) 9,8 N (1200X)

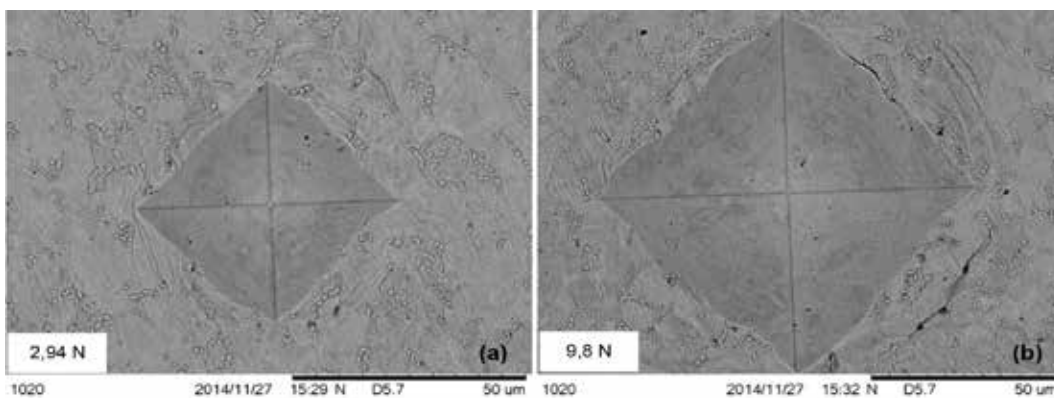
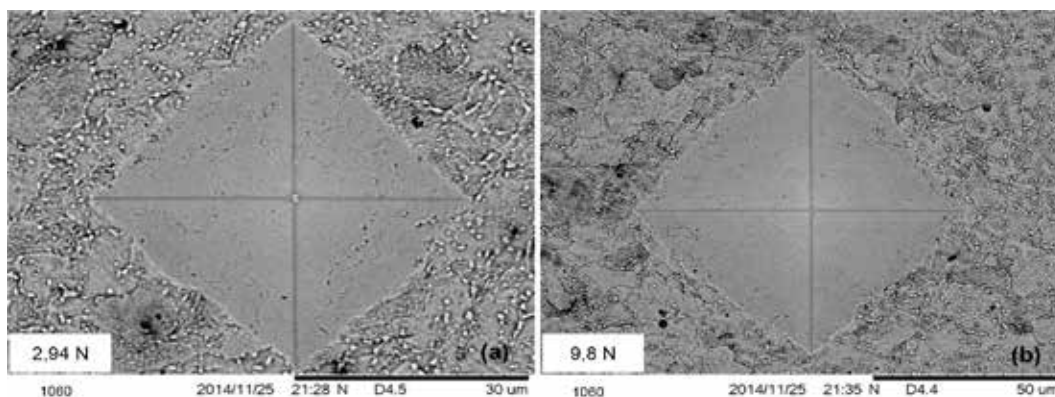


Figura 9 - Microestrutura com indentação do aço 1060: 2,94 N (2500X) e (b) 9,8 N (1200X)



#### 4. Conclusões

A amostra de aço 1020 (baixo carbono) apresentou uma microdureza menor que a do aço 1060 (alto carbono), uma vez que quanto maior o teor de carbono, mais duro e mais resistente será o material. Os ensaios

comprovaram a influência do teor de carbono na dureza dos materiais, onde o aço 1060 apresentou maior dureza de 240 HV. No aumento da carga, a impressão também aumentou proporcionalmente, mas os valores mantiveram-se inalterados, o que indica que os resultados independem da carga utilizada no ensaio.

#### Referências

- [1] BRANCO, F. K.. **Influência da Microestrutura na Anisotropia de Chapas Metálicas de Diferentes Aços Estruturais**. 2007. Projeto de Iniciação Científica; 2007, FEI, Centro Universitário da FEI, São Paulo, 2007.
- [2] **PORTAL METÁLICA** (Brasil). Disponível em: <<http://www.metallica.com.br/o-que-e-aco-carbono/>>. Acesso em: 22 nov. 2014.
- [3] MARMONTEL, C. F. F.; SILVA, J. M. G. G.; OLIVEIRA, L. L.; POLIONI, M. C. Análise Metalografia de Metais. **Arte e Ciência**; 2011.
- [4] **CIMM ensino** (Brasil). Disponível em: <[http://www.cimm.com.br/portal/material\\_didatico/6560-teste-da-microdureza/](http://www.cimm.com.br/portal/material_didatico/6560-teste-da-microdureza/)>. Acesso em: 22 nov. 2014.