



Revista Interdisciplinar do Pensamento Científico. ISSN: 2446-6778
Nº 5, volume 5, artigo nº 31, Julho/Dezembro 2019
D.O.I: <http://dx.doi.org/10.20951/2446-6778/v5n5a31>
Edição Especial

ANÁLISE COMPARATIVA DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE FACAS ARTESANAIS EM AÇO SAE 1070

Yuri Freitas da Silva Almeida¹
Engenheiro Mecânico

Tiago Homero Murro¹
Engenheiro Mecânico

Victor Barbosa Souza²
Doutor em Engenharia Mecânica

Amanda Camerini Lima²
Doutora em Engenharia e Ciência dos Materiais

Valtency Guimaraes Ferreira²
Doutor em Engenharia e Ciência dos Materiais

Resumo

A cutelaria e os produtos artesanais vêm ganhando grande espaço na economia. Isso movimenta o mercado dos microempreendedores, aumentando a procura pelo aperfeiçoamento dos cuteleiros, que visam fornecer o melhor produto aos seus clientes. Embora a cutelaria seja muito difundida sobre a têmpera seletiva, não há estudos específicos sobre sua superioridade em relação à têmpera integral. O presente trabalho busca analisar as propriedades obtidas das lâminas forjadas e usinadas, variando o processo de têmpera. Foram realizados ensaios preliminares de tração e flexão para a obtenção das características para comparação das amostras finalizadas. Um total de oito lâminas foram forjadas e oito lâminas foram usinadas, após a fabricação elas foram para os tratamentos térmicos de normalização, têmpera e revenimento. Fez-se o uso das normas regulamentadoras para a execução dos ensaios de dureza e de flexão das dezesseis lâminas. Os resultados obtidos comprovaram que o processo de fabricação e o tratamento térmico influenciam diretamente no resultado final do produto, levando a concluir que as lâminas forjadas utilizando a têmpera integral são superiores em resistência à flexão que as lâminas usinadas.

Palavras-chave: Facas Artesanais; Forjamento; Desbaste; Têmpera.

¹ Centro Universitário Redentor, Eng. Mecânica, Itaperuna - RJ, yurifreitass2011@gmail.com

¹ Centro Universitário Redentor, Eng. Mecânica, Itaperuna - RJ, tiago_homero@hotmail.com

² Centro Universitário Redentor, Eng. Mecânica, Itaperuna - RJ, prof.victorbsouza@gmail.com

² Centro Universitário Redentor, Eng. Mecânica, Itaperuna - RJ, amandacamerini@gmail.com

² Centro Universitário Redentor, Eng. Mecânica, Itaperuna - valtencyguimaraes@yahoo.com.br

Abstract

Cutlery and handicrafts have been gaining a great deal of room in the economy. This moves the market of microentrepreneurs, increasing the demand for the perfection of the cutters, that aim to provide the best product to its customers. Although the cutlery is very widespread on selective tempering, there are no specific studies on its superiority in relation to integral tempering. The present work seeks to analyze the obtained properties of the forged and machined slides, varying the tempering process. Preliminary tensile and flexural tests were performed to obtain the characteristics for the comparison with the finished samples. Where a total of eight blades were forged and eight blades were machined, after manufacture they went to standardization, quenching and tempering heat treatments. The regulatory standards for the hardness and flexural tests of the sixteen blades were used. The results obtained showed that the manufacturing process and the heat treatment directly, leading to the conclusion that the blades forged using an integral temper are superior to the flexural strength that the blades machined.

Keywords: Handcrafted Knives; Forging; Thinning; Quenching.

1 INTRODUÇÃO

As facas dispõem de um valor diversificado devido à ampla forma de serem produzidas, sua finalidade e sua aplicação, sendo que para facas artesanais, em relação às produzidas industrialmente, as exigências bem como o custo são relativamente baixas. (CHIAVERINI, 1988).

Diversos estudos têm buscado otimizar a fabricação e o desempenho deste tipo de ferramenta. Kugaevskii, Pizhenkov e Gamberg (2019) analisaram a possibilidade de uso de tecnologias aditivas na fabricação de ferramentas de corte, comparando ferramentas fabricadas com tecnologias modernas e ferramentas fabricadas pelo método de usinagem, considerado como um método tradicional. Neste estudo foram analisadas capacidades operacionais (resistência, dureza).

Também Traxel e Bandyopadhyay (2019) investigaram a fabricação de ferramentas otimizadas pela adição de multicamadas (superligas Co-Cr-W) verificando desempenho comparável aos produtos comercialmente disponíveis. Este estudo analisou a adição em aço inoxidável como ferramentas que exigiam boas resistência e ductilidade.

Beer *et.al.* (2003) estudou a produção de facas de aço de baixa liga com o objetivo de melhorar a resistência ao desgaste das bordas destes tipos de facas através do revestimento com materiais compósitos (revestimentos duplex).

Radha Krishnan e Ramesh (2019) propuseram uma técnica de otimização no processo de torneamento CNC no aço IS2062 E250 fabricado por ferramenta de corte com revestimento de metal duro, destacando que este tipo de ferramenta de corte se mostrou mais eficiente apresentando menos ocorrência de desgaste e mantendo boa resistência durante o processo de usinagem.

Para Chiaverini (1988) a fabricação artesanal de facas o aço SAE 1070 tem destaque perante os cuteleiros, pois é facilmente encontrado para aquisição e possui um valor baixo comparado a outros metais bem como a sua composição química que influencia nos processos de fabricação de facas artesanais.

Segundo Islam e Rashed (2019), aços com alto teor de carbono são usados possuem diversas aplicações com características específicas de uso, entre eles arados, ferramentas de corte, facas e lâminas de serra. Para Chiaverini (1988), o domínio de técnicas de tratamentos térmicos os aços tratados termicamente sofrem alterações de algumas propriedades mecânicas, após o tratamento térmico de têmpera nas lâminas das facas a dureza é elevada.

Destaca-se, porém, que as técnicas de tratamento térmico fragilizam a lâmina, havendo a necessidade de revenimento, que causa redução das tensões residuais e uma leve redução da dureza para aprimorar a usinabilidade do aço e aumentar a ductilidade (CALLISTER, 2018). Assim, o presente trabalho tem por objetivo análise comparativa de processos de fabricação de facas artesanais.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 MATERIAL UTILIZADO

O Aço SAE 1070 possui um alto teor de carbono, sendo muito utilizado na fabricação de peças planas, tem por característica a alta resistência mecânica e uma boa tenacidade. Tendo uma utilização no ramo da indústria agrícola, automobilística, instrumentos de corte, cutelaria, entre outras (CHIAVERINI,1988).

O material utilizado para a fabricação das facas artesanais foi o SAE 1070, conforme norma ASTM A29 específica. Na fabricação das amostras foi utilizada a oficina da *Cutelaria*

Freitas, sendo que oito amostras foram apenas usinadas e oito amostras foram inteiramente forjadas à mão, utilizando-se sempre os EPI's necessários nas etapas de fabricação.

2.2 TRATAMENTOS TÉRMICOS

Segundo Callister (2018), o uso de tratamentos térmicos em ligas comerciais consiste em uma prática extremamente comum. Para Fagundes (2006), a possibilidade de alterar a microestrutura de um material permite ao engenheiro definir a combinação das propriedades mais adequadas de um material em relação a uma determinada aplicação. O conhecimento prévio de tais propriedades é muito importante para se determinar qual o processamento termomecânico (ciclos de tratamento térmico e/ou deformação plástica a frio) que permita a melhor utilização de uma liga disponível para um determinado trabalho.

Neste estudo foram empregados tratamentos térmicos comumente utilizados em aços comerciais, entre eles o recozimento que, ainda segundo Fagundes (2006), consiste basicamente nas etapas de recuperação, recristalização (nucleação e recristalização primária) e crescimento de grão. Os detalhes dos processos e procedimentos adotados são descritos nos tópicos a seguir.

2.2.1 Recozimento

Devido a uma dureza indesejável se fez necessário o tratamento térmico de recozimento, que se caracteriza pelo aquecimento das lâminas a uma temperatura de 820° C durante 1 hora e 30 minutos e resfriadas no interior do forno até o resfriamento total.

2.2.2 Normalização

Com a finalidade de obter uma estrutura fina após a realização do tratamento de têmpera nas amostras, foi realizada a normalização que consistiu no aquecimento à temperatura de 835° C no forno disponibilizado no Centro Universitário Redentor, pelo tempo de 1 hora e 30 minutos, com resfriamento ao ar.

2.2.3 Têmpera

Para se obter a microestrutura desejada foram realizados os processos de têmpera integral e têmpera seletiva, sendo para ambas estipulada a temperatura de aquecimento 820° C durante 1 hora e 30 minutos.

Após o aquecimento, as peças ficaram um tempo no forno para a homogeneização da microestrutura, seguido de resfriamento em óleo hidráulico pré-aquecido a 60° C, para evitar trincas decorrentes do resfriamento muito brusco.

2.2.4 Têmpera Seletiva

Consistiu no resfriamento parcial da lâmina (geralmente 2/3 do fio), diferenciando da têmpera integral em que toda a lâmina da amostra foi imersa no óleo, buscando o endurecimento por completo.

2.3 ENSAIOS MECÂNICOS

O comportamento mecânico de um material reflete a relação entre a sua resposta ou deformação a uma carga ou força que esteja sendo aplicada. Algumas propriedades mecânicas importantes são a resistência, a dureza, a ductilidade e a rigidez (CALLISTER, 2018). Este estudo realizou ensaios mecânicos nas amostras seguindo padrões estabelecidos.

2.3.1 Ensaio de dureza Rockwell

Utilizou-se a norma NBR 6508-1 para ensaio de dureza Rockwell. No laboratório do Centro Universitário Redentor com temperatura de 25° C umidade relativa do ar 50 %, foram tomadas as medidas de dureza Rockwell no durômetro utilizando-se um penetrador esférico com ponteira de material duro e uma pré-carga de 10,2 kgf. Foram realizadas 20 ensaios de dureza espaçadas aproximadamente 3 mm uma das outras nas amostras.

2.3.2 Ensaio de tração

Para análise do aço em estudo através de ensaio de tração, foi usinado 1 corpo de prova retangular, com comprimento útil de 90 mm, comprimento total 220 mm e espessura de 2 mm. O ensaio de tração do material “virgem” foi realizado por uma máquina da fabricante *Kratos Equipamento Indústrias LTDA*, da série K, com velocidade de deslocamento de 5 mm/mim e carga de 200 N, conforme especifica a norma ASTM A370. O ensaio foi realizado no laboratório do Centro Universitário Redentor.

2.3.4 Ensaio de flexão

Para realização do ensaio de flexão do material foi utilizada uma amostra da chapa do aço em estudo. A mesma máquina do ensaio de tração foi utilizada, com adaptação da garra e dos apoios para o ensaio de flexão do tipo três pontos. Foi utilizada velocidade de deslocamento de 7 mm/mim e pré-carga de 100 N, conforme especifica norma ASTM D790. O corpo de prova foi colocado sobre os dois apoios, espaçados entre si 60 mm, a força de

compressão foi aplicada na distância central dos apoios no laboratório do Centro Universitário Redentor, em ambiente de 25° C e umidade relativa de 50 %.

2.4 FABRICAÇÃO

A fabricação das lâminas foi realizada utilizando as técnicas de usinagem e forjamento, com equipamentos específicos para obtenção de peças adequadas ao presente estudo.

2.4.1 Usinagem

Na usinagem das lâminas foi utilizado uma esmerilhadeira angular com um disco para cortar inox para efetuar os cortes das chapas inteiras que continham 1 metro de comprimento. Após o corte usou-se um disco de desbaste para arredondar os cortes retos e dar o pré-formato do fio. Utilizou-se uma lixadeira de cinta, com lixa granulometria 36 de zircônio, para se obter um maior poder de abrasão no metal que restou do desbaste da esmerilhadeira, deixando a superfície do fio plana e mais próxima das dimensões finais, pronta para os tratamentos térmicos de normalização, têmpera e revenimento.

2.4.2 Forjamento

O forjamento das peças de aço SAE 1070 consistiu no corte da lâmina de aço contendo 90 mm de largura por 4,75 mm de espessura inicialmente, sendo cortadas três chapas em 30 mm de largura cada uma. As chapas após cortadas foram para forja, onde foram aquecidas até a temperatura de forjamento e moldadas de acordo como os ferreiros de antigamente faziam.

Primeiramente a ponta foi moldada e em seguida o gume, que é a área de chanfro da lâmina. Com o forjamento do gume, a lâmina se expandiu na área do fio, causando um grande empenamento, porém, conforme o dorso foi sendo martelado a lâmina foi voltando a se endireitar. No final, quando a lâmina estava nas dimensões desejadas foi realizado o endireitamento e desempenamento da lâmina.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 ENSAIOS DO CORPO DE PROVA VIRGEM

3.1.1 Ensaio de tração

A figura 1 apresenta a deformação obtida pelo aço virgem. Devido ao processo de fabricação por laminação a frio nas últimas etapas, o material apresenta variações de resistência e de dureza. Pode-se notar que o aço testado obteve uma tensão de escoamento de 555 Mpa.

No ensaio de tração foram obtidos os resultados máximos de tensão 861 MPa para a deformação 0,1226 mm/mm.

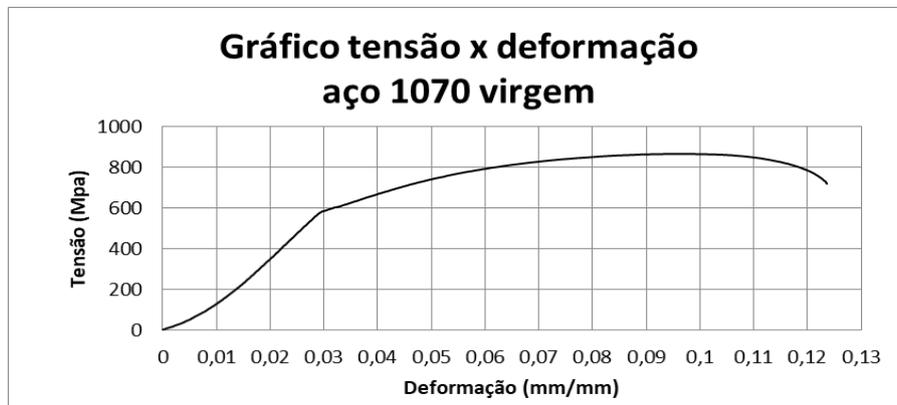


Figura 01 - Gráfico Tensão x Deformação ensaio de tração do aço SAE 1070 virgem.

A amostra obteve valores mais altos de tensão máxima decorrente do processo de fabricação das chapas, mostrando que o processo de fabricação influencia diretamente no resultado final do produto. Sendo necessário tratamentos térmicos para alívio de tensões na amostra.

3.1.2 Ensaio de flexão

Com o intuito de obter resultados mais comparativos entre o aço virgem e as amostras tratadas termicamente, foi realizado um ensaio de flexão de uma amostra do aço como veio de fábrica.

Os dados apresentados no gráfico mostram os valores de 175 MPa para o deslocamento de 5 mm e 193,7 MPa de tensão máxima para o ensaio de flexão do aço SAE 1070.

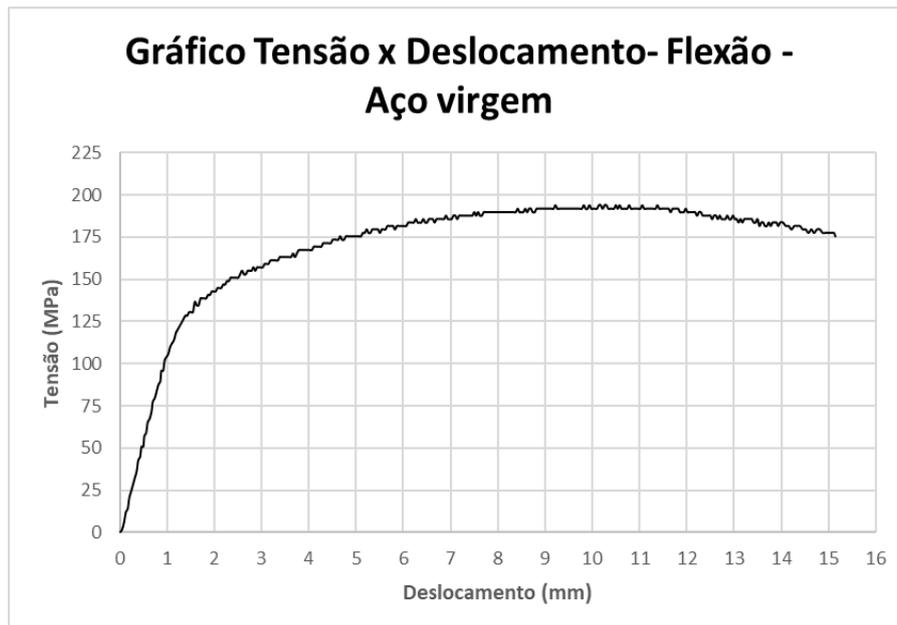


Figura 02 - Gráfico Tensão x Deslocamento do ensaio de flexão do aço SAE 1070 virgem.

3.1.3 Ensaio de dureza Rockwell

Para uma melhor comparação dos valores de dureza entre o aço virgem e após a fabricação e tratamentos térmicos foi utilizada a dureza Rockwell, com análise feita no durômetro localizado no Centro Universitário Redentor, do fabricante *DIGIMESS*. No material ainda virgem foi encontrado os valores de dureza com média 37,5 HRC \pm 3,22 de desvio padrão como pode ser observado na tabela 1.

Tabela 01: Dureza Rockwell do material virgem.

Amostra	Dureza HRC	Amostra	Dureza HRC	Amostra	Dureza HRC
01	30	08	37	15	36
02	36	09	39	16	39
03	39	10	40	17	41
04	38	11	40	18	39
05	41	12	37	19	37
06	40	13	36	20	36
07	29	14	40		

Pode-se observa-se que o material virgem obteve uma dureza um pouco acima da esperada, decorrente do processo de fabricação das chapas.

3.2 ENSAIOS DE FLEXÃO DAS LÂMINAS FINALIZADAS

Para os ensaios de flexão neste trabalho foi atribuído um deslocamento de 5 mm e uma distância de 100 mm entre os apoios para a flexão das lâminas, pois os esforços que elas sofreriam normalmente não chegam a essas proporções, sendo considerado o caso mais rigoroso para o teste de flexão das lâminas.

Os dados contidos na figura 3 apresentam os valores do ensaio de flexão de uma faca usinada utilizando-se a têmpera integral.

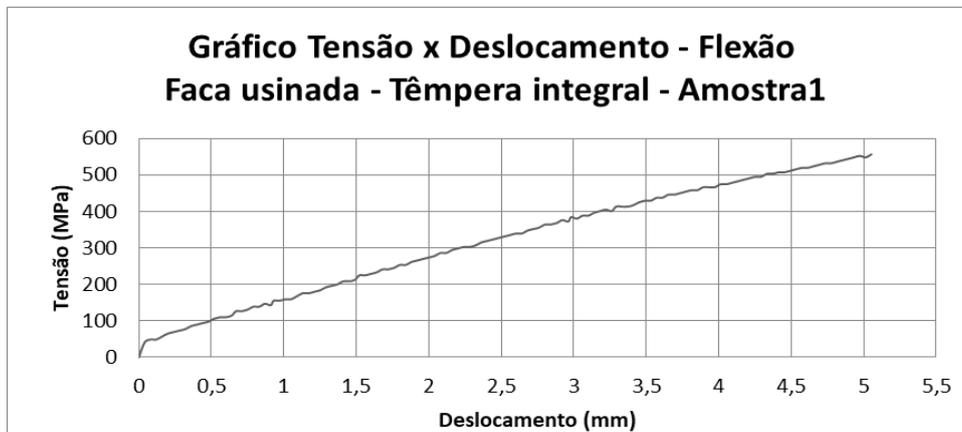


Figura 03 - Gráfico Tensão x Deslocamento ensaio de flexão do aço após têmpera integral

Observa-se no gráfico Tensão x Deslocamento que os resultados foram similares para as amostras, apresentando tensão média de 611 MPa, devido ao processo ter sido padronizado para todas as lâminas e as mesmas terem sido submetidas ao mesmo tratamento térmico.

Os dados contidos na figura 4 apresentam os valores do ensaio de flexão de uma faca usinada utilizando-se a têmpera seletiva.

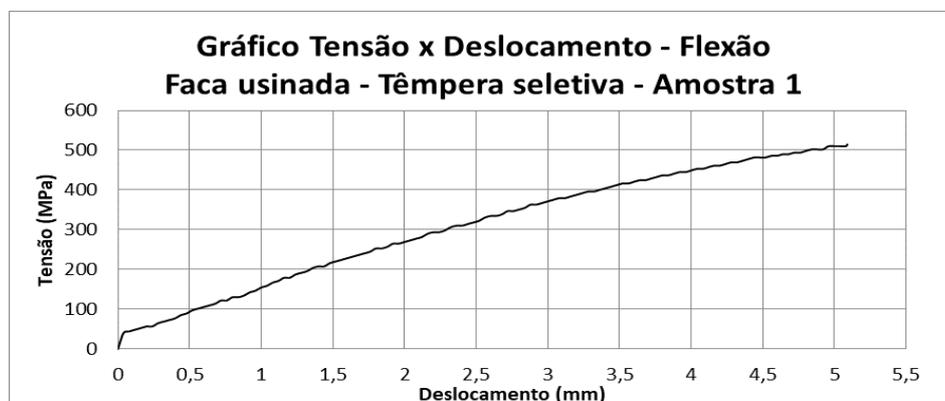


Figura 04 - Gráfico Tensão x Deslocamento ensaio de flexão do aço após têmpera seletiva.

Observa-se que as lâminas que passaram por têmpera seletiva suportaram uma tensão média de 508 MPa. Nota-se a queda de 103 MPa na resistência das lâminas usinadas após têmpera seletiva em relação à têmpera integral.

A figura 5 apresenta os resultados de flexão das facas forjadas após a têmpera integral.

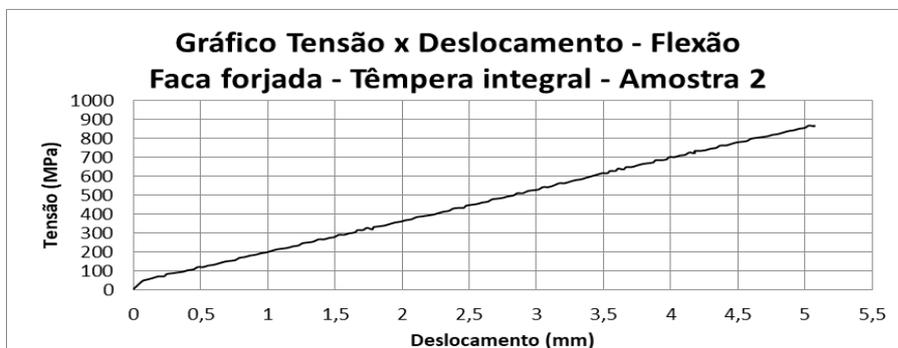


Figura 05 - Gráfico Tensão x Deslocamento ensaio de flexão das facas forjadas após têmpera integral.

As facas forjadas obtiveram valores muito disformes, a máxima obtida foi de 866 MPa e a mínima foi de 270 MPa, com tensão média máxima obtida de 562,5 MPa. Nota-se uma queda de 48,5 MPa quando comparado com as amostras usinadas, submetidas aos mesmos tratamentos térmicos. Analisando essa diferença de valores pode-se concluir que mesmo que o processo de forjamento melhore as características mecânicas do material ela não é uniforme, configurando a necessidade de um maior espaço amostral.

A figura 6 apresenta o gráfico do ensaio de flexão das facas forjadas após têmpera seletiva.

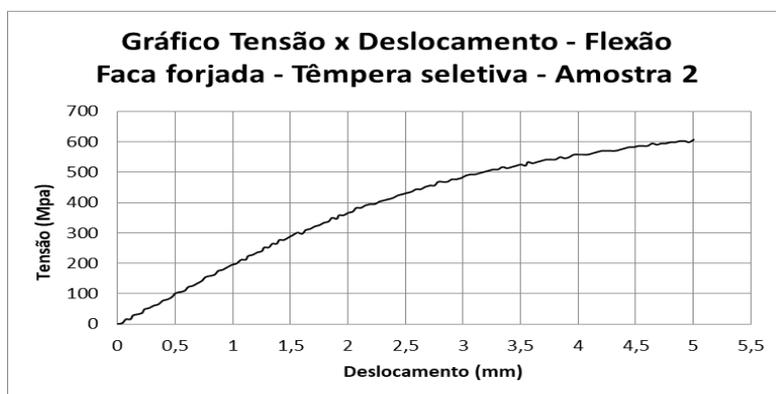


Figura 06 - Gráfico Tensão x Deslocamento ensaio de flexão das facas forjadas após têmpera seletiva.

Analisando os dados obtidos com os gráficos das lâminas forjadas, observa-se maior uniformidade dos resultados, atingindo uma tensão média de 600 MPa. Comparando-as com as facas usinadas, em que foram utilizados os mesmos tratamentos térmicos, observa-se um aumento de 92 MPa na resistência de flexão das lâminas forjadas.

3.3 ENSAIOS DE DUREZA DAS LÂMINAS FINALIZADAS

Após os tratamentos térmicos de têmpera esperava-se um aumento de dureza considerável das amostras. Sendo obtido valores similares das lâminas usinadas na têmpera, pois os parâmetros utilizados foram iguais. Nos ensaios de flexão esperava-se obter valores similares de acordo com o processo de fabricação e ao tratamento térmico.

De acordo com os valores obtidos e ilustrados na figura 7, a dureza das facas usinadas tratadas por têmpera integral foi em média 52,25 HRC \pm 2,425 de desvio padrão.

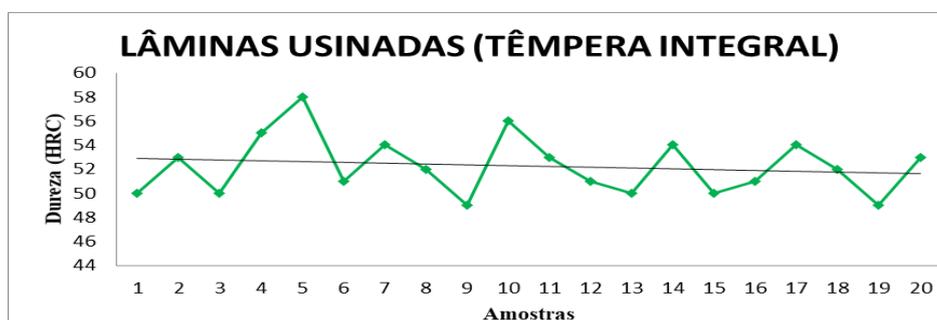


Figura 07 - Gráfico de linha do ensaio de dureza das lâminas usinadas têmpera integral.

Os dados contidos na figura 08 demonstram que a dureza máxima das amostras foi de 57 HRC. O que demonstrou aumento considerável da dureza após a realização da têmpera das lâminas usinadas. Sendo que quando a dureza média era de 37,5 HRC \pm 3,22 de desvio padrão, após a têmpera seletiva obteve-se dureza média de 50,45 HRC \pm 2,723 de desvio padrão, ou seja, um aumento de 12,95 HRC.

A figura 8 apresenta um gráfico de linhas do ensaio de dureza das lâminas usinadas e tratadas por têmpera seletiva.

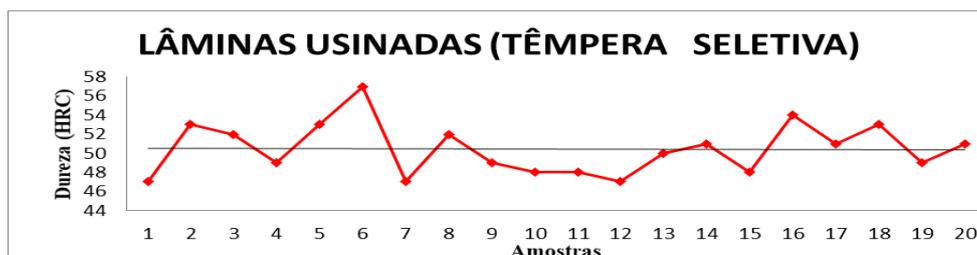


Figura 08 - Gráfico de linha do ensaio de dureza das lâminas usinadas têmpera seletiva

De acordo com os dados contidos no gráfico, nota-se que os valores de dureza estão próximos à linha média, isto indica uniformidade do tratamento térmico.

De acordo com os dados da figura 9, as lâminas forjadas tratadas por têmpera integral obtiveram valores médios de dureza de 53 HRC \pm 2,247, demonstrando um aumento considerável da dureza das lâminas em relação ao tratamento térmico, com as amostras submetidas à têmperas integrais apresentando maiores durezas.

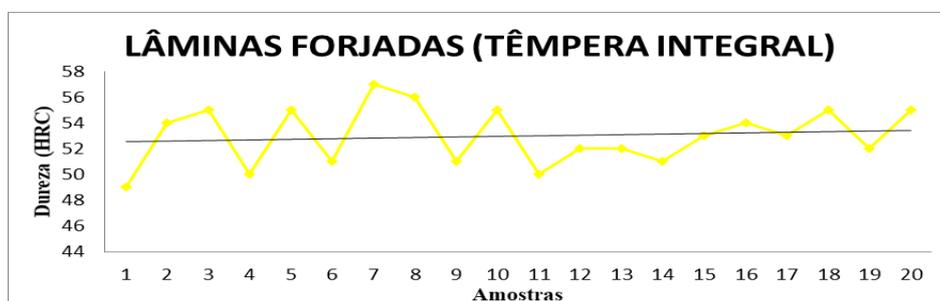


Figura 09 - Gráfico de linha do ensaio de dureza das lâminas forjadas têmpera integral.

De acordo com os valores obtidos na figura 9, observa-se no gráfico uma disformidade nos valores de dureza, uma vez que devido o processo de forjamento das lâminas algumas áreas foram mais compactadas que outras, aumentando a dureza em certos locais da lâmina.

De acordo com os dados contidos na tabela 2, a linha média está em 50,7 HRC \pm 1,525, se comparada ao valor médio da dureza das facas forjadas e temperadas integralmente mostrando um decréscimo de 2,3 HRC, mas se comparada às facas usinadas, os valores médios são similares para a têmpera seletiva.

A figura 10 apresenta um gráfico de linhas do ensaio de dureza das lâminas forjadas e tratadas por têmpera seletiva. Observa-se uma grande variação nos valores de dureza da amostra. Isso pode ter ocorrido devido ao martelamento da amostra, causando um encruamento dos grãos, visto que no processo de forjamento a dureza média passou de 37,5 HRC para o material virgem até 50,7 HRC da amostra forjada têmpera seletiva.

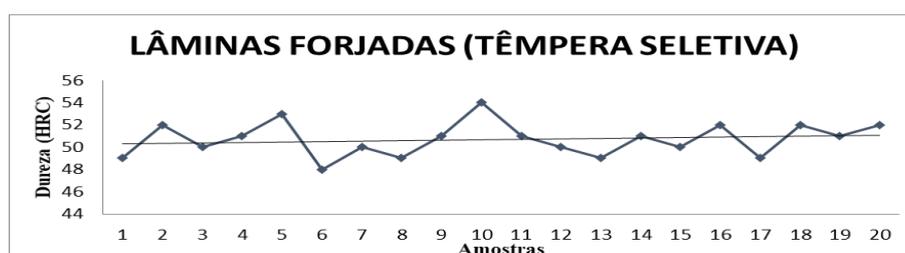


Figura 10 - Gráfico de linha do ensaio de dureza das lâminas forjadas têmpera seletiva.

A figura 11 apresenta um diagrama contendo todos os ensaios de dureza das lâminas usinadas e forjadas tratadas termicamente por têmpera seletiva e integral, bem como os valores da amostra do material SAE 1070 virgem.

Fica comprovada a hipótese levantada no início desse tópico, de haveria baixa variação de dureza entre os processos de têmpera; porém, as lâminas forjadas obtiveram um sutil aumento de dureza decorrente da compactação dos grãos.

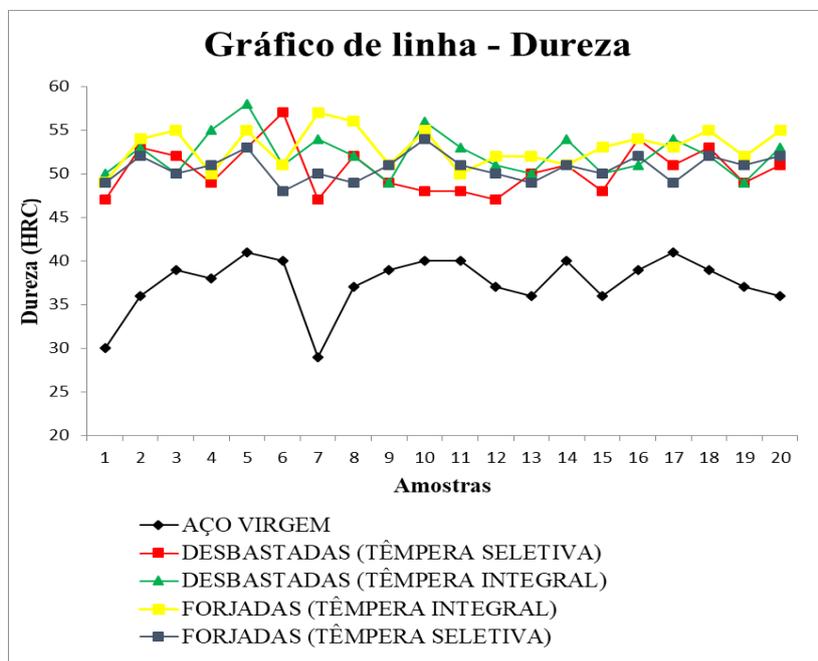


Figura 11 - Gráfico de linha dos ensaios de dureza de todas as lâminas.

A tabela 2 apresenta os valores máximos e mínimos de tensão e dureza das amostras para melhor visualização dos resultados obtidos através dos ensaios e comparação mais detalhadas entre os processos.

Tabela 02 - Comparação dos valores de tensão e dureza das facas usinadas e forjadas.

		Têmpera integral		Têmpera seletiva	
		Usinada	Forjada	Usinada	Forjada
Tensão (Mpa)	Mínima	518	269	477	457
	Máxima	653	870	534	820
Dureza (HRC)	Mínima	49	49	47	48
	Máxima	58	57	57	54

Pode-se observar uma variação de 135 MPa nas amostras usinadas tratadas por têmpera integral. Porém, nas lâminas forjadas há uma variação de 601 MPa, sendo necessário um espaço amostral maior para se obter resultados mais precisos. Nas lâminas

usinadas tratadas por têmpera seletiva observa-se uma variação de 57 MPa entre os valores máximos e mínimos, apresentando menor oscilação entre as amostras.

Nota-se, também que as amostras forjadas obtiveram o valor de 363 MPa entre os valores máximos e mínimos. Deve ser observado que as amostras tratadas por têmpera seletiva obtiveram menores oscilações de tensão, mesmo tendo valores de dureza menores, o que pode decorrer de apenas uma parte da lâmina apresentar tensões internas.

4 CONCLUSÃO

A análise comparativa sobre os processos de fabricação de facas artesanais baseou-se no estudo dos processos de tratamento térmico, dentre estes os de tempera integral e seletiva, nas lâminas obtidas através dos processos de usinagem e forjamento aplicados na fabricação das facas.

Foram confeccionados corpos de prova para realização dos procedimentos experimentais para observar as propriedades mecânicas do material utilizado através dos ensaios de dureza, tração e flexão, a fim de obter dados iniciais para comparação.

Ao fim do processo de fabricação de todas as amostras, as mesmas foram levadas ao forno para a realização da normalização, aliviando tensões causadas pelos processos de fabricação, refinando, assim, a microestrutura do grão para sequencialmente serem temperadas e revenidas.

Os ensaios de dureza das amostras finalizadas realizado no durômetro do laboratório do Centro Universitário Redentor atenderam as especificações da norma NBR6508-1 (2008) para ensaio de dureza Rockwell. Os valores médios obtidos variaram entre 50 HRC para a têmpera seletiva e 53 HRC para a têmpera integral, denotando pouca variação na dureza em função do processo de fabricação.

Os ensaios de flexão de três pontos foram realizados em concordância com a norma ASTM D790 para obtenção das propriedades mecânicas do aço. Os ensaios revelaram que as facas forjadas tiveram maiores valores de tensão; em contrapartida, algumas amostras tiveram valores mínimos, evidenciando uma melhora das propriedades mecânicas das amostras provenientes do processo de fabricação de forjamento.

Conclui-se através dos valores obtidos nos ensaios mecânicos, que as facas forjadas e tratadas por têmpera integral se mostraram mais resistentes que as facas usinadas, refutando a hipótese levantada no começo deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM A29: **Standard Specification for General Requirements for Steel Bars, Carbon and Alloy, Hot-Wrought**, 2005.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM A370: **Standard Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products**, 2014.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM D790: **Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials**, 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13284: **Preparação de corpo-de-prova para análise metalográfica**. Rio de Janeiro, 1995.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6508: Ensaio de dureza Rockwell – Métodos de Ensaio**. Rio de Janeiro, 2008.
- Aços Roman. Aço carbono SAE 1070*. Disponível em: <<http://acosroman.com/sae-1070/>> Acesso em: 12 de Setembro de 2018.
- BEER, P., RUDNICKIB, J., CIUPINSKIB, L., DJOUADIC, M. A., NOUVEAU, C. **Modification by composite coatings of knives made of low alloy steel for wood machining purposes**. *Surface and Coatings Technology* (2003) ed. 174 -175, p. 434 - 439.
- BERARDO, E. C. **Berardo Facas Custom**. Disponível em: <<http://berardofacascustom.blogspot.com/>> Acesso em: 11 de Setembro de 2018.
- CALLISTER Jr., W. D.; **Ciência e Engenharia de Materiais - Uma Introdução**. Rio de Janeiro: Ed. Livro Técnico, 2018. (Biblioteca Virtual - PV).
- CHIAVERINI, V. **Aços e Ferros Fundidos**. 6 ed. São Paulo: ABM, 1988.
- FAGUNDES, E. J. **Análise da Influência do Ciclo de Recozimento de Esferoidização nas Propriedades Mecânicas do Aço SAE 1050**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais; Curso de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica e de Minas, 2006.
- ISLAM, T., RASHED. H. M. M. A., **Classification and Application of Plain Carbon Steels**. *Bangladesh University of Engineering and Technology*, 2019.
- KUGAEVSKII, S., PIZHENKOV, E., GAMBERG, A., **The effectiveness of additive SLM-technologies in the manufacture of cutting tools**. *Materials Today: Proceedings*, 2019 - *Artigo aguardando impressão*.
- LOSEKANN, C. R. **Materiais de construção mecânica II**, 2007.
- RADHA KRISHNAN, B., RAMESH, M. **Optimization of machining process parameters in CNC turning process of IS2062 E250 Steel using coated carbide cutting tool**. *Materials Today: Proceedings*, 2019 - *Artigo aguardando impressão*.
- TRAXEL, K. D., BANDYOPADHYAY, A. **Stellite™ cutting tools using laser-based additive manufacturing**. 2019, *Manuscrito aceito em 17/11/2018*.