

## **MELHORIA NA USINABILIDADE DOS AÇOS SAE 1008 E 1045 COM USO DE TRATAMENTO TÉRMICO DE RECOZIMENTO**

CHRISLLA STÉPHANIE AMORIM MENDES<sup>1\*</sup>; RAIMUNDO NONATO ALVES DA SILVA<sup>2</sup>;  
NAIANDRA MOTA LIMA<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia Mecânica, UNINORTE, Manaus – AM, chrislla.amorim@hotmail.com;

<sup>2</sup> MSc. Professor do Deptº. Engenharia de Materiais, UEA, Manaus – AM, raimundo.nonato.silva@gmail.com;

<sup>3</sup> Graduanda em Engenharia Mecânica, UNINORTE, Manaus - AM, naiandra.mota1997@gmail.com;

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2018  
21 a 24 de agosto de 2018 – Maceió-AL, Brasil

**RESUMO:** O objetivo do presente trabalho foi estudar o comportamento das propriedades dos aços SAE 1008 E 1045, quando submetidos ao recozimento. A metodologia aplicada foi obter amostras dos aços SAE 1008, 1045 e realizar melhorias de suas propriedades mecânicas. Os passos do processo de recozimento foram: encaminhamento ao forno com temperatura de recozimento de 910°C para o aço SAE 1008 e 870°C para o aço SAE 1045, ambos em intervalo de tempo determinado, seguidos de resfriamento dentro do forno. Este tratamento apresentou uma microestrutura grosseira, constituída de ferrita e perlita grossa, contribuindo para a utilização desses aços em novos processos. Em razão dos resultados verificou-se que o teor de microdureza final, o aço SAE 1008, e considerando a média dos valores, obteve uma perda de aproximadamente 60,42 HV enquanto o aço SAE 1045 atingiu aproximadamente 125,86 HV. A conclusão mais importante é que os aços SAE 1008 e 1045, requerem propriedades com maior ductilidade e usinabilidade que são propícios ao recozimento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Tratamento térmico; recozimento; microdureza; microestrutura.

### **IMPROVEMENT IN THE USINABILITY OF STEEL SAE 1008 AND 1045 THROUGH THERMAL HEAT TREATMENT**

**ABSTRACT:** The objective of the present work was to study the behavior of SAE 1008 E 1045 steels when submitted to annealing. Where the applied methodology consisted in using samples of SAE 1008 and 1045 steels respectively. The steps of the annealing process are summarized in the samples obtained, routed to the oven with annealing temperature of 910°C for SAE 1008 steel and 870°C for SAE 1045 steel, both in a determined time interval, followed by cooling inside the oven. This type of treatment offered a coarse microstructure, consisting of ferrite and coarse perlite, contributing to the use of these steels in new processes. When the final microhardness content was verified, the SAE 1008 steel, considering the average of the values, obtained a loss of approximately 60.42 HV while SAE 1045 steel reached approximately 125.86 HV. Due to the results we conclude that the assertion that steels that require properties with greater ductility and machinability are favorable to annealing.

**KEYWORDS:** Heat treatment; annealing; microhardness; microstructure.

### **INTRODUÇÃO**

O aço é uma das ramificações do grupo ferro-carbono sendo que sua aplicação tem grande variedade por motivo de possuir propriedades e características mecânicas desejáveis, quer na forma pura ou após tratamento térmico, sua presença é intensa tanto em indústrias quanto nas áreas da engenharia (Callister, 2008). Vale ressaltar que alguns tipos possuem quantidades apreciáveis de outros elementos químicos distintos de sua composição essencial. Esses materiais possuem forte conexão com o teor de carbono, pois suas propriedades são proporcionais a esta peculiaridade, podendo ser divididos em grupos nomeados de aços com baixo, médio e alto teor de carbono (Callister, 2008). O estudo dirigido a esta família determina sua composição dentro dos limites de 0,08% até 2,14% de carbono, porém a porcentagem é normalmente encontrada inferior a 1,2% (Freitas, 2015). O objeto de estudo adotado foi

o aço SAE 1008 e SAE 1045, respectivamente classificados em baixo e médio teor de carbono, com o objetivo de aumentar a ductibilidade e usinabilidade dos aços em estudo. O aço SAE 1008, encontra-se na forma de chapa fina fria, nome dado aqueles produtos laminados a frio, cuja presença é de grande variedade nos setores do mercado automotivo, construção civil, linhas brancas, eletroeletrônicos, autopeças, tubos, vasilhames, implementos agrícolas e etc., usado desde produtos comerciais até os que requerem processos mais complexos (Manetoni, s.d.). O aço 1045 se encontra na forma de trefilado redondo possuidor de teor de médio carbono. A aplicação é requerida naqueles setores onde os aços de baixo teor não conseguem suprir as necessidades, usado principalmente em eixos em geral, pinos, cilindros, ferrolho, parafusos, grampos, braçadeiras, pinças, pregos, colunas, etc. (Açosport, s.d.). A Tabela 1 demonstra os valores em porcentagem da composição dos aços SAE 1008 e 1045 respectivamente, descritos anteriormente.

**Tabela 1:** Composição química aços SAE 1008 e 1045.

Chapa Fina Fria N22								
Tipo de Aço	Espessura (mm)	% C	% Mn	% P	% S			
SAE 1008	0,80	0,08	0,50	0,03	0,05			
Trefilado Redondo								
Tipo de Aço	Espessura (mm)	% C	% Mn	% Si	% P	% S	% Cu	% Cr
SAE 1045	6,8	0,45	0,68	0,17	0,012	0,015	0,14	0,10

Fonte: AMAZON AÇO (2018) / TUBO AÇOS DA AMAZÔNIA LTDA (2018).

Tomando como ponto de partida as aplicabilidades descritas anteriormente, observa-se que o aproveitamento do aço SAE 1008 e 1045 é muito extenso, em algumas utilizações ele é submetido a tratamentos térmicos para aperfeiçoamento de suas propriedades. Além de o conhecimento e comportamento ser amplo para este material dentro de processos térmicos. Chiaverini (2008) expõe as vantagens do tratamento térmico nos aços, são as ligas metálicas que mais se prestam às operações de tratamento térmico, pois sua estrutura pode sofrer profundas modificações. Na observância, quanto ao tratamento térmico, utilizaremos do tratamento denominado recozimento para análise das propriedades adquiridas nos aços com teor de carbono de 0,08% e 0,45%. Levando em consideração que o aço SAE 1008 não pode ser submetido a qualquer tipo de tratamento, devido ao seu baixo teor. Callister (2008) de forma geral, estabelece parâmetros fundamentais deste ciclo de aquecimento e resfriamento, onde o termo recozimento se refere a um tratamento térmico onde um material é exposto a elevada temperatura durante um intervalo de tempo e então é resfriado lentamente. Portanto, cada aço (SAE 1008 e 1045) possui características inerentes, por conseguinte o comportamento irá ser distinto. O presente estudo é direcionado para as conclusões quanto ao produto final de cada um deles após o tratamento térmico.

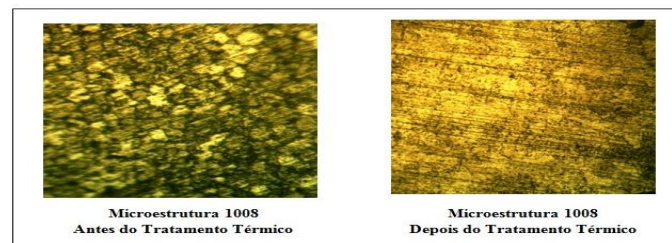
## MATERIAL E MÉTODOS

Os aços SAE 1008 e 1045 foram fornecidos respectivamente pela Amazon Aço e Tubo Aços da Amazônia, ambas localizadas na cidade de Manaus, norte do Brasil. A prioridade de seleção foi dada aos aços que não possuíssem tratamento térmico, para uma obtenção de resultados mais exatos. No primeiro momento foi preciso a prática de ajustes nas peças para a medição de dureza, para este fim se utilizou o estudo da metalografia. Considerando a metalografia no seu contexto de visualização de metais para o controle de qualidade e propriedades, tendo uma definição abrangente, toma-se como referência seu propósito fundamental que se resume em estudar as características dos materiais e suas ligas, para relacioná-los com suas propriedades mecânicas, físicas e químicas (Fernandes, 2011). Diante dos fatos mencionados, para a chegada ao objetivo da metalografia é preciso a passagem por etapas como corte, embutimento, obtenção de uma superfície polida, ataque químico e observação através de aparelho microscópico. Dessa forma as duas amostras em forma de fina fria e trefilado redondo foram sujeitas a corte, o produto deste procedimento foram pequenas partes da amostra original, sendo suficiente para o estudo. Em sequência foi feito o embutimento com material denominado de baquelite, nesta parte se teve a presença de uma embutidora que formou os corpos de provas para melhoria de manejo dos materiais. Porém o aço traz consigo algumas aderências indesejáveis, devido ao tempo e procedimentos de geração, que impossibilitam o estudo metalográfico e por consequência o conhecimento das propriedades. Para o problema descrito se efetuou a passagem por lixas, com média

de dois minutos em cada uma, de granulometria 320, 400, 800 e 1200. Elas foram seguidas do depósito de pasta de diamante sobre cada corpo de prova para a chegada na politriz de polimento. O ataque químico foi realizado em sequência, o reagente utilizado foi nital, constituído de 95% de ácido nítrico e 5% de álcool etílico, este funciona para a grande maioria dos metais ferrosos, com dez segundos de imersão no líquido. Logo em seguida ocorreu a visualização em microscópio que contou com a ampliação na lente de 400X, neste momento houve a primeira inspeção da microestrutura dos aços SAE 1008 e 1045. Terminado os procedimentos da metalografia, em laboratório distinto, aconteceu a primeira análise de microdureza com auxílio de um microdurômetro. Após o conhecimento da grandeza descrita, se separou uma nova amostra de cada aço para o encaminhamento ao tratamento térmico. O recozimento, como mencionado anteriormente, foi o tratamento mais adequado para a escolha, se utilizou o recozimento pleno nas duas amostras. Estas foram submetidas em um forno tipo estufa, com temperatura de recozimento de 910°C para o aço SAE 1008, enquanto o aço SAE 1045 foi recozido a 870°C, ambos no intervalo de 10 minutos, seguidos de resfriamento lento dentro do forno por tempo suficiente para chegada à temperatura ambiente. Por conseguinte, as amostras foram analisadas pela segunda vez para a determinação de microdureza.

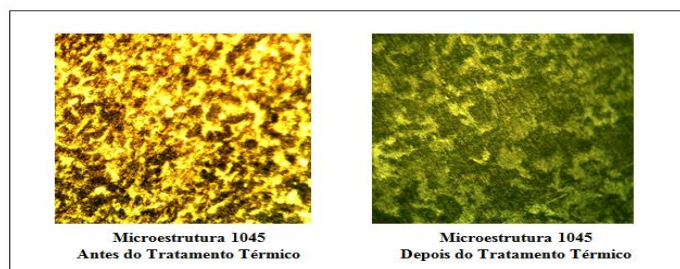
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diante de todos os procedimentos de recozimento pleno, as amostras submetidas desenvolveram microestrutura grosseira, conforme a Figura 1 e 2.



**Figura 1:** Análise de Microestrutura, aço SAE 1008, vista por microscópio eletrônico, com uma ampliação de cerca de 400 x. **Fonte:** Autor, 2018.

Pelo fato de serem aços hipoeutetóides, isto é, uma liga ferro-carbono com composição à esquerda do ponto eutetóide (que contenha entre 0,02 e 0,76% de C) é conhecida como liga hipoeutetóide (Callister, 2008). Os produtos finais têm a composição de ferrita e perlita grosseira.



**Figura 2:** Análise de Microestrutura, aço SAE 1045, vista por microscópio eletrônico, com uma ampliação de cerca de 400 x. **Fonte:** Autor, 2018.

A Tabela 2 mostra a comparação de medidas, na escala Vickers, ao estudo das microdurezas no aço SAE 1008. Para este procedimento foi utilizado um microdurômetro com a carga de 0,5 kgf em cada um dos processos.

**Tabela 2:** Análise de Microdureza, aço SAE 1008.

Medidas	Microdureza (HV) Antes do TT	Microdureza (HV) (Pós TT- Recozimento à 910°C, durante 10 minutos)
1	145,7	86,4
2	154,2	90,4
3	166,2	107,0
4	180,0	120,6

**Força aplicada para medição em ambos: 0,5 Kgf**

Parâmetros Estatísticos	Microdureza (HV) Antes do TT	Microdureza (HV) (Pós TT- Recozimento à 910°C, durante 10 minutos)
Média ( $\bar{x}$ )	161,525	101,10
Variância ( $\sigma^2$ )	222,4225	248,55
Desvio Padrão ( $\sigma$ )	14,91	15,76

**Fonte:** Autor, 2018.

No ensaio de microdureza do aço 1045 foi preciso uma carga de maior força por motivo da forma (trefilado redondo), teor de carbono e componentes de liga serem distintos do aço 1008. A Tabela 3 mostra a comparação das medidas para o aço mencionado.

**Tabela 3:** Análise de Microdureza, aço SAE 1045.

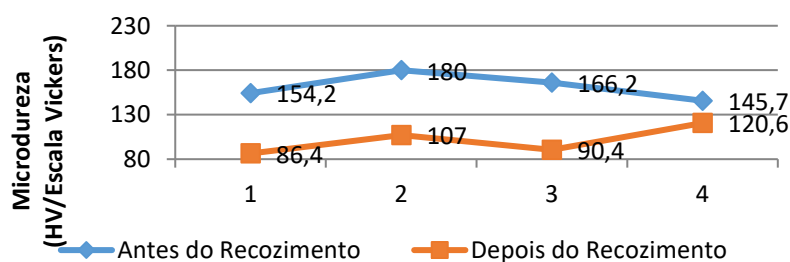
Medidas	Microdureza (HV) Antes do TT	Microdureza (HV) (Pós TT- Recozimento à 870°C, durante 10 minutos)
1	288,6	168,9
2	282,4	178,0
3	270,1	161,6
4	287,1	179,1
5	333,9	157,5
6	277,7	154,6
7	280,8	166,5
8	291,3	162,7
9	317,9	168,2

**Força aplicada para medição em ambos: 1,0 Kgf**

Parâmetros Estatísticos	Microdureza (HV) Antes do TT	Microdureza (HV) (Pós TT- Recozimento à 870°C, durante 10 minutos)
Média ( $\bar{x}$ )	292,2	166,34
Variância ( $\sigma^2$ )	420,48	70,06
Desvio Padrão ( $\sigma$ )	20,50	8,37

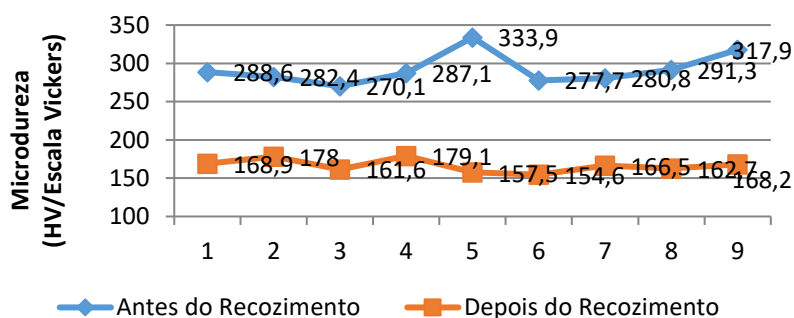
**Fonte:** Autor, 2018.

Para um melhor entendimento, o Gráfico 1 traz os aspectos sintetizados do processo de ensaio de microdureza para o aço SAE 1008, e posteriormente o Gráfico 2 demonstra para o aço SAE 1045.

**Gráfico 1:** Comportamento do aço SAE 1008.

**Fonte:** Autor, 2018.

**Gráfico 2:** Comportamento do aço SAE 1045.



**Fonte:** Autor, 2018.

Os Gráficos 1 e 2 ratificam um dos objetivos do recozimento que proporciona uma queda de dureza, diminuindo a probabilidade de fragilidade e empenos nas futuras utilizações desse material.

## CONCLUSÃO

Dentro dos parâmetros do recozimento são muitos os resultados possíveis para um produto destinado ao mesmo, porém vale destacar a eliminação de tratamentos anteriores, diminuição de dureza, melhoras nos processos de usinabilidade, alteração na ductilidade e resistência, ajuste no grão e produção de uma microestrutura mais definida como principais efeitos causados por este tratamento (Freitas, 2015). Para Callister (2008) o recozimento pleno, utilizado neste estudo, solicita um intervalo de tempo prolongado, porém sua microestrutura final é constituída de grãos pequenos e estrutura uniforme. Levando-se em consideração esses aspectos percebe-se o resultado do tratamento térmico nos aços SAE 1008 e 1045. Conforme as Figuras 1 e 2, o aparecimento de grãos mais homogeneizados é evidente, além do surgimento da perlita grossa que fez com que as amostras sofressem uma queda de microdureza e por consequência um melhoramento na plasticidade do material. As Tabelas, 2 e 3, e Gráficos demonstram os desfechos das microdurezas, comprovando a queda produzida pelo recozimento. O aço SAE 1008 sofreu diminuição em sua microdureza inferior ao aço SAE 1045, ao se tomar a média dos valores, o primeiro obteve aproximadamente uma diferença de perda de 60, 42 HV enquanto o segundo atingiu 125,86 HV. O ciclo de tratamento utilizado nesta pesquisa proporcionou materiais mais propícios para a usinagem, e com menores possibilidades de fragilidade no desempenho de suas futuras funções, já que área plástica destes passou por aumento. Cabe a observação de que o recozimento não é inerente apenas aos aços de baixo ou médio teor de carbono, como mencionado anteriormente, mas a todos os aços por se tratar de um processo de eliminação de qualquer tratamento térmico anterior. Para Chiaverini (2008) o recozimento produz estruturas normais ideais para a utilização imediata, aliviando as possíveis tensões oriundas de outros processos, e ainda prepara o material para outras operações térmicas.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao NULAB - Núcleo de laboratórios do UNINORTE, que disponibilizou o local e equipamentos para realização dos experimentos.

## REFERÊNCIAS

- Açosport. Comércio de Aços. s.d. Disponível em: <http://www.acosporte.com.br/barra-aco-1045>. Acesso em 05 de janeiro de 2018.
- Callister, Jr., William D. Ciência e Engenharia de Materiais: uma introdução. 7. ed. Tradução Sérgio Murilo Stamile Soares. Rio de Janeiro: LTC, 2008.
- Chiaverini, Vicente. Tratamento Térmico das Ligas Metálicas. 1. ed. São Paulo: ABM, 2008.
- Fernandes, Jr., Paulo. História da Metalografia. s.d. Disponível em: <http://profpaulofj.webs.com/oqueeparaqueserve.htm>. Acesso em 03 de fevereiro de 2018.
- Freitas, Bruno Mello de. Tratamento Térmico. 2015. Notas de Aula – UNINORTE, Manaus.
- Manetoni. Soluções em Aço. s.d. Disponível em: <http://www.manetoni.com.br/produto-chapa-fina-a-quente-e-a-frio.html>. Acesso em 05 de março de 2018.