

UNIVERSIDADE DO ESTADO DOAMAZONAS - UEA
ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA - EST
BACHARELADO EM ENGENHARIA DE MATERIAIS

LUCIANA CRUZ PAIVA

EFEITOS DE DIFERENTES TRATAMENTOS TÉRMICOS NAS
PROPRIEDADES MECÂNICAS DO AÇO SAE 1008 UTILIZADO
TANQUES DE MOTOCICLETAS

Manaus - AM

2025

LUCIANA CRUZ PAIVA

EFEITOS DE DIFERENTES TRATAMENTOS TÉRMICOS NAS PROPRIEDADES
MECÂNICAS DO AÇO SAE 1008 UTILIZADO TANQUES DE MOTOCICLETAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de bacharelado em Engenharia de Materiais, da Universidade do Estado do Amazonas como pré requisito para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Materiais.

Orientador(a): Jose Costa de Macedo Neto

Manaus - AM
2025


UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS
ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA
BACHARELADO EM ENGENHARIA DE MATERIAIS
TERMO DE APROVAÇÃO

LUCIANA CRUZ PAIVA


EFEITOS DE DIFERENTES TRATAMENTOS TÉRMICOS NAS PROPRIEDADES
MECÂNICAS DO AÇO SAE 1008 UTILIZADO TANQUES DE MOTOCICLETAS

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Materiais, Escola Superior de Tecnologia, Universidade do Estado do Amazonas, pela seguinte banca examinadora:


BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 JOSE COSTA DE MACEDO NETO
Data: 09/12/2025 20:02:58-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr Jose Costa de Macedo Neto – Orientador(a)
Universidade do Estado Amazonas – UEA/EST

Documento assinado digitalmente
 ROGER HOEL BELLO
Data: 09/12/2025 12:37:41-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr Roger Hoel Bello – Membro da banca Externo
U E A / E S T UEA/EST

Documento assinado digitalmente
 ANTONIO DE LIMA MESQUITA
Data: 09/12/2025 12:25:22-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr Antônio de Lima Mesquita – Membro interno
Universidade do Estado Amazonas – UEA/EST

Manaus, 01 de Dezembro de 2025.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	6
2. OBJETIVOS GERAIS	7
3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	8
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	12
6. CONCLUSÃO.....	20
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21

EFEITOS DE DIFERENTES TRATAMENTOS TÉRMICOS NAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DO AÇO SAE 1008 UTILIZADO TANQUES DE MOTOCICLETAS

Luciana Cruz Paiva¹
Jose Costa de Macedo ²

RESUMO: O aço, pertencente ao sistema ferro-cementita, destaca-se pela ampla diversidade de aplicações devido às suas propriedades mecânicas favoráveis, tanto em sua condição original quanto após tratamentos térmicos. Entre suas variações, o aço SAE 1008 geralmente comercializado na forma de chapa fina laminada a frio possui grande relevância nos setores automotivo, da construção civil, linha branca, eletroeletrônicos, autopeças, tubos, embalagens e implementos agrícolas. Diante dessa importância industrial, este trabalho tem como objetivo avaliar a influência dos tratamentos térmicos de têmpera e homogeneização nas propriedades mecânicas e na microestrutura do material. Para isso, foram realizadas caracterizações por meio de ensaio de tração, microscopia óptica e análise química. Espera-se que os tratamentos aplicados promovam alterações significativas nas propriedades mecânicas e resultem em modificações microestruturais relevantes para o desempenho do aço.

Palavras-chave: Aço SAE 1008; Tratamento térmico; Têmpera; Homogeneização; Propriedades mecânicas; Microestrutura; Ensaio de tração; Microscopia óptica.

ABSTRACT: steel, a material within the iron–cementite system, stands out for its wide range of applications due to its favorable mechanical properties, both in its original state and after thermal treatments. Among its variations, SAE 1008 steel commonly supplied as cold rolled thin sheetplays an important role in the automotive industry, civil construction, home appliances, electronics, auto parts, tubing, packaging, and agricultural implements. Considering its industrial relevance, this study aims to evaluate the influence of quenching and homogenization heat treatments on the mechanical properties and microstructure of the material. Mechanical characterization was carried out through tensile testing, optical microscopy, and chemical analysis. The applied treatments are expected to produce significant changes in mechanical behavior and result in relevant microstructural modifications that affect the steel’s performance.

Keywords: Steel SAE 1008; Heat treatment; Quenching; Homogenization; Mechanical properties; Microstructure; Tensile test; Optical microscopy

¹Luciana Cruz Paiva,GraduandodoCursodeEngenhariadeMateriaisdaUniversidadedoEstado do Amazonas. lcp.emt18@uea.edu.br(UEA)

²Jose costa de macedo,Professor Dr.eOrientador doCursodeEngenhariadeMateriaisda Universidade do Estado do Amazonas (UEA). jmacedo@uea.edu.br(UEA)

1. INTRODUÇÃO

A ciência e engenharia de materiais têm como objetivo principal a obtenção de conhecimentos sobre a estrutura interna, as propriedades e o processamento de materiais, assim como a sua correta aplicação em produtos desejados pela sociedade (SMITH; HASHEMI, 2012). Muitos cientistas experimentais ou engenheiros sejam eles, mecânicos, civis, químicos ou elétricos, poderão, ao menos uma vez, se deparar com um problema de projeto que envolva materiais (CALLISTER JÚNIOR, 2000). Como, por exemplo, incluir uma superengrenagem de transmissão, uma superestrutura com dimensões comparada a um edifício, em um componente de uma refinaria de petróleo, ou um chip de circuito integrado (KELLY, 1999).

Os materiais sólidos têm sido convenientemente agrupados em três classificações básicas: metais, cerâmicos e polímeros. Esse esquema está baseado principalmente na composição química e na estrutura atômica, e a maioria dos materiais se encaixa em um ou outro grupamento distinto, embora existam alguns materiais intermediários (CALLISTER JÚNIOR, 2000). A ciência e engenharia de materiais é uma área interdisciplinar, temos, por exemplo, o desenvolvimento da tecnologia do silício utilizado em microeletrônica em que envolve as áreas de física, química, engenharia elétrica, mecânica e de materiais (HABERMEIER, 1995). Atualmente as pesquisas em engenharia de materiais estão bastante voltadas para problemas ambientais e energéticos. Os materiais plásticos descartáveis nanatureza, por exemplo, é um grande problema a ser resolvido. Neste caso, as pesquisas estão voltadas para o desenvolvimento de materiais biodegradáveis que agredam menos o meio ambiente (HABERMEIER, 1995).

Desta forma, é preciso se ter pesquisas com materiais que possibilitem a obtenção das propriedades por meio de ensaios. Como, por exemplo, para se analisar a microestrutura dos metais é preciso realizar o ensaio metalográfico em que se utilizam equipamentos específicos no ensaio, como, a cortadora metalográfica, lixadeiras específicas, politrizes e microscópios metalúrgicos (COLPAERT, 2008). Outro exemplo é para materiais poliméricos (plásticos), quando se quer estudar a sua cristalinidade e temperatura de transição vítrea em que se utiliza um equipamento de calorimetria diferencial de varredura (DSC) (CANEVAROLO JÚNIOR, 2002).

O aço é uma das ramificações do grupo ferro-cementita 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. 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% (Callister, 2008).

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. Esse aço às vezes também é chamado de AISI 1008. AISI e SAE são entidades americanas que classificam os materiais. Na prática não há diferença em uso de um nome ou de outro, com exceção da ABNT que não utiliza essa nomenclatura. A composição química do aço 1008 é Manganês, Mn 0,30-0,50, Carbono, C 0,10 (max), Enxofre S 0,05 (max), Fósforo, P 0,04 (max), Ferro, FeO (que sobra) (LUZ, 2021; SMITH; HASHEMI, 2012).

2. OBJETIVOS GERAIS

Objetivo geral realizar o efeito dos tratamentos de homogeneização e têmpera nas propriedades mecânicas e microestrutura do aço SAE 1008 utilizado em tanques de motocicletas.

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar experimentos em laboratório de mecânica, utilizando métodos de resfriamento, como têmpera em água, têmpera em óleo.
- Medir a resistência mecânica de tração dos corpos de prova após o resfriamento e comparar os resultados.
- Analisar e discutir os efeitos dos diferentes métodos de resfriamento na microestrutura do material e como isso afeta a resistência mecânica.
- Comparar as propriedades físicas e mecânicas das amostras antes e depois do tratamento térmico, utilizando técnicas adequadas de análise, como ensaios de tração, dureza e microscopia.
- Avaliar se as alterações nas propriedades físicas e mecânicas estão de acordo com a

teoria estudada, identificando possíveis desvios e analisando suas causas.

- Realizar ensaios mecânicos, como tração e dureza, nas amostras das ligas para obter dados sobre seu comportamento mecânico.
- Analisar a microestrutura das amostras através de técnicas de microscopia e identificar as fases presentes.
- Relacionar os resultados dos ensaios mecânicos e da análise microestrutural com o teor de carbono nas ligas, buscando compreender como esse fator influencia as propriedades mecânicas das mesmas.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização dos procedimentos experimentais em laboratório, foram utilizados corpos de prova de seção retangular confeccionados em aço SAE 1008, conforme especificado pela norma ABNT NBR ISO 6892:2002 para ensaios de tração. De acordo com a classificação da ABNT NBR NM 87:2000, o aço SAE 1008 é caracterizado como um aço-carbono de baixo teor de carbono, contendo aproximadamente 0,08% de C, enquadrando-se, portanto, na categoria dos aços hipoeutetóides. Em condições de resfriamento lento, sua microestrutura típica é composta predominantemente por ferrita, com frações de perlita distribuídas ao longo da matriz.

Foram empregados cinco corpos de prova deste material, submetidos ao aquecimento em um forno industrial modelo NEI 23, dotado de potência nominal de 4000 W e tensão de operação de 220 V, fabricado pela RevestArc. Cada corpo de prova foi aquecido a uma temperatura de 700 °C, permanecendo em regime isotérmico por aproximadamente uma hora. Após o aquecimento, procedeu-se ao resfriamento das amostras por diferentes meios, com o objetivo de avaliar a influência das variadas taxas de extração térmica nas propriedades mecânicas e microestruturais do aço.

Os procedimentos de resfriamento foram realizados conforme descrito a seguir:

- **Corpo de prova 1:** resfriamento ao ar, em temperatura ambiente;
- **Corpo de prova 2:** têmpera em água à temperatura ambiente;
- **Corpo de prova 3:** têmpera em água com adição de sal (solução salina);
- **Corpo de prova 4:** têmpera em água resfriada (água gelada);
- **Corpo de prova 5:** têmpera em óleo.



Figura 1 - Amostras de corpo de prova.
Fonte: Autor, 2023.



Figura 2 - Forno Industrial do laboratório de Engenharia de Materias da UEA.
Fonte: Autor, 2023.

Foram utilizados recipientes adequados a cada meio de resfriamento, de modo a garantir as condições ideais durante a etapa de têmpera dos corpos de prova. Após o resfriamento, procedeu-se à realização do ensaio de tração para cada amostra, com o objetivo de comparar os limites de resistência obtidos em função dos diferentes métodos de resfriamento empregados.

O ensaio de tração foi conduzido em uma máquina universal eletromecânica da marca INSTRON, amplamente reconhecida na área de ensaios mecânicos pela sua precisão e

confiabilidade. Esse equipamento foi utilizado para registrar o comportamento tensão–deformação dos corpos de prova e construir os respectivos diagramas mecânicos.

As taxas de deslocamento adotadas durante os ensaios foram cuidadosamente selecionadas com base em recomendações da literatura técnica e de estudos prévios, sendo estabelecidos os valores de **0,75 mm/min** e **5 mm/min**, comumente utilizados para assegurar a reprodutibilidade e a confiabilidade dos resultados obtidos.

Todos os ensaios foram realizados sob condições controladas de temperatura, mantida entre **20 °C e 25 °C**, uma vez que a estabilidade térmica do ambiente é essencial para garantir a comparabilidade dos dados e a minimização de interferências externas no comportamento mecânico das amostras.

Conforme as diretrizes estabelecidas pela norma ABNT NBR ISO 6892:2002, os ensaios de tração foram realizados em máquina de ensaios universal. Essa norma, amplamente aceita e seguida na área de ensaios mecânicos, fornece orientações sobre os parâmetros e as condições adequadas para a realização dos ensaios de tração.



*Figura 3 - Máquina de ensaios universal INSTRON do laboratório de Engenharia de Materiais - UEA.
Fonte: Autor, 2023.*

A adoção de uma metodologia alinhada às recomendações da literatura especializada teve como finalidade assegurar a precisão, a confiabilidade e a validade dos resultados obtidos nos ensaios de tração, garantindo, assim, a robustez dos dados e sua adequada comparabilidade com estudos correlatos. Após a execução dos ensaios e a obtenção das curvas tensão–deformação para cada corpo de prova, deu-se início à etapa de caracterização

microestrutural, com o propósito de analisar a relação entre o comportamento mecânico e as alterações microestruturais induzidas pelos diferentes métodos de resfriamento.

A preparação metalográfica das amostras seguiu um procedimento padronizado. Inicialmente, efetuou-se o embutimento a frio utilizando acrílico autopolimerizável e moldes de silicone, garantindo adequado manuseio e estabilidade dimensional das amostras. Na sequência, realizou-se o lixamento mecânico em lixadeira elétrica, utilizando lixas de óxido de alumínio de diferentes granulometrias (#120, #240, #320, #400 e #600), de forma progressiva, visando à remoção de irregularidades superficiais e à preparação da amostra para o polimento.

O polimento foi realizado em politrizes da marca Arotec, empregando pastas de diamante de granulometrias sucessivas (9 μm , 3 μm e 1 μm), de modo a obter uma superfície com acabamento adequado para observação microscópica. Para a revelação das fases microestruturais, as amostras foram submetidas a ataque químico por imersão utilizando solução de Nital a 3%.

A caracterização microestrutural foi conduzida utilizando um microscópio óptico acoplado a um sistema computacional para aquisição e análise de imagens, permitindo a observação e documentação das microestruturas com ampliações de até 100 \times . Esse conjunto de procedimentos possibilitou a análise detalhada das alterações microestruturais decorrentes dos diferentes tratamentos térmicos.



*Figura 4 - Processo de Lixamento no laboratório de Engenharia de Materiais - UEA.
Fonte: Autor, 2023.*

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A característica do método de resfriamento e seu percentual mostrasse como especificações ou limites do processo mais importante que deve ser monitorado, porque através deste fator é possível determinar quais as prováveis microestruturas a serem serão a partir deste ponto formadas, para cada método de resfriamento e seu percentual. Normalmente, os resfriamentos mais utilizados são dentro do forno, em temperatura ambiente ou através de choques térmicos com fluidos como por exemplo água, líquidos refrigerantes especiais alcalinizados, ou mesmo óleo dependendo a aplicação agitados ou não juntamente com o tratamento térmico de têmpera nos aços estudados. São encontrados diferentes métodos tratamentos térmicos com largas especificações de temperatura, sendo possível ou não apresentar mudanças de fases, quebras de tensões, recristalização, aumento de tamanho de grão, diferentes métodos de resfriamento e diversos percentuais de resfriamento, de acordo com a sua aplicação. Tratamentos térmicos podem ser aplicados a diferentes tipos de materiais metálicos. Porém, nesta aplicação, foram aplicados baixos teores de carbono, hipoeutetóide, Aço SAE 1008. A tabela a seguir pode ser visualizada a análise química da composição deste aço.

Tabela 1 - Análise de compostos químicos do Aço SAE 1008.

C(%)	Mn (%)	S máx.	P máx.	Si	Cr. Máx.	Mo Máx.	Cu Máx.	Ni Máx.	Al Máx.
0,10	0,30/0,50	0,05	0,04	0,15/0,35	0,2	0,06	0,35	0,25	0,1

Fonte: Autor, 2023.

Tabela 2 - Análise de compostos químicos do Aço SAE 1008.

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Al	Co	Cu	Nb
%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
0.283	0.263	1.46	< 0.00050	< 0.00050	0.0579	0.0173	0.0208	0.0159	0.0084	0.0044	< 0.0040
0.302	0.260	1.46	< 0.00050	< 0.00050	0.0564	0.0177	0.0190	0.0162	0.0085	0.0026	< 0.0040
0.363	0.280	1.46	< 0.00050	< 0.00050	0.0565	0.0179	0.0206	0.0164	0.0080	0.0028	< 0.0040

Fonte: Autor, 2023.

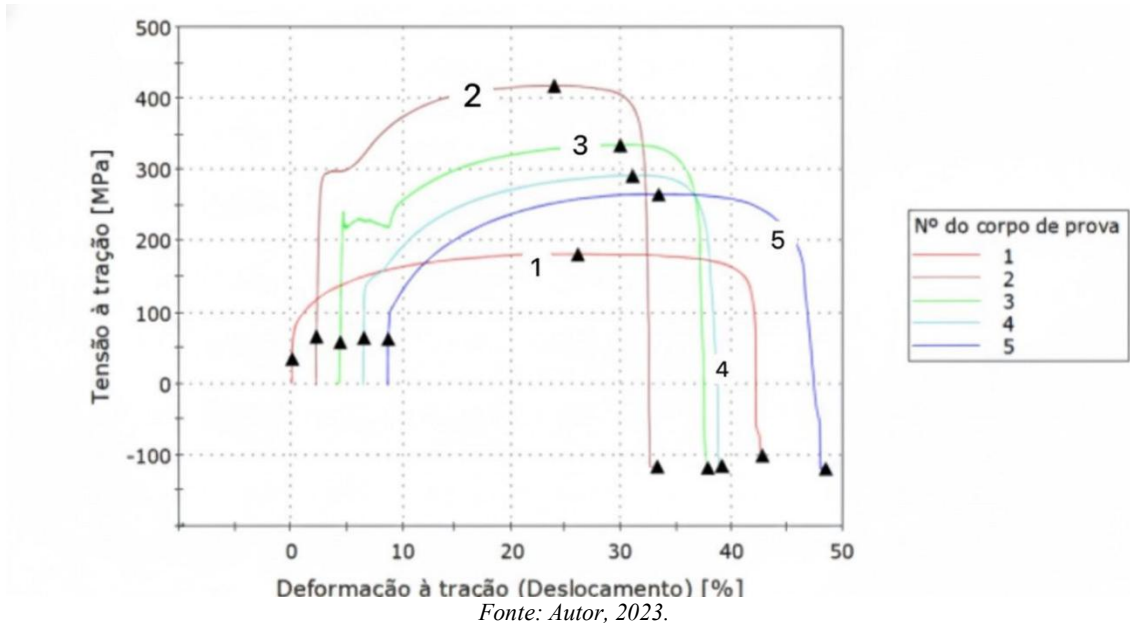
A discrepância mais significativa nas análises químicas reside no teor de carbono, que variou entre 0,283\% e 0,363\%. Tais valores superam em cerca de três vezes o limite superior especificado para o aço SAE 1008, comprometendo integralmente o comportamento metalúrgico esperado. O aumento do carbono confere ao aço maior dureza e menor ductilidade, o que se reflete diretamente na microestrutura final após o resfriamento. Este cenário favorece a formação de martensita ou uma perlita mais refinada, divergindo das microestruturas predominantemente ferríticas, características de aços hipoeutetóides de baixo carbono.

Outro desvio relevante foi observado no manganês (Mn): embora a norma SAE preveja um intervalo de 0,30\% a 0,50\%, a análise real das amostras indicou um teor consistente de 1,46\%. O manganês atua como um desoxidante eficaz e como agente endurecedor por solução sólida, contribuindo para o aumento da resistência mecânica e para uma maior sensibilidade às transformações de fase durante o resfriamento. Esta alteração química acentua o afastamento do comportamento típico do SAE 1008 convencional, justificando as variações de desempenho identificadas nos ensaios de tração.

O teor de silício (Si), com valores entre 0,26\% e 0,28\%, mostrou-se ligeiramente superior ao esperado para o SAE 1008, mas permanece dentro de uma faixa aceitável para aços estruturais (tipicamente 0,15\% a 0,35\%). Elementos residuais como Cromo (Cr), Molibdênio (Mo), Níquel (Ni) e Cobre (Cu) foram detectados em pequenas concentrações, porém dentro dos limites permitidos. Em contraste, o fósforo (P) e o enxofre (S) apresentaram valores extremamente baixos, abaixo do limite de detecção. Essa baixa concentração é altamente benéfica para a qualidade do aço, pois minimiza a formação de trincas e melhora a ductilidade embora não seja suficiente para compensar o impacto negativo do elevado teor de carbono.

Em suma, a composição química obtida é a chave para explicar as diferenças marcantes nas propriedades mecânicas resultantes do ensaio de tração. A concentração elevada de carbono e manganês, em particular, justifica o notável aumento na resistência e a concomitante redução no alongamento dos corpos de prova. Desta forma, a comparação entre os resultados analíticos e as especificações de norma permite concluir que o material efetivamente testado exibe um comportamento mecânico e metalúrgico mais próximo de um aço médio carbono-manganês do que de um SAE 1008. Essa diferença composicional eleva substancialmente o potencial de têmpera e de encruamento do material, impactando diretamente a interpretação dos resultados de resfriamento, microestrutura e desempenho mecânico avaliados no presente estudo.

Gráfico 1 - Tensão à tração X Deformação à tração



Sequência de Condições de Resfriamento:

1. Corpo de prova resfriado ao ar em temperatura ambiente.
2. Corpo de prova resfriado em água.
3. Corpo de prova resfriado em solução aquosa contendo cloreto de sódio.
4. Corpo de prova resfriado em água gelada.
5. Corpo de prova com resfriamento a óleo

Tabela 3 - Resultado do ensaio de tração de cada corpo de prova experimentado em laboratório

	Carga em Resistência à tração [N]	Tensão à tração em Resistência à tração [MPa]	Modulo de elasticidade [GPa]
1	2187,36	182,28	64,28
2	5010,78	417,56	89,83
3	4017,13	334,76	99,09
4	3498,84	291,57	120,62
5	3194,53	266,21	65,68

	Deslocamento em Escoamento [mm]	Carga em Ruptura [N]	Comprimento [mm]
1	0,03	-1188,37	57,00
2	0,04	-1374,26	57,00
3	0,03	-1394,84	57,00
4	0,03	-1363,69	57,00
5	0,05	-1412,06	57,00

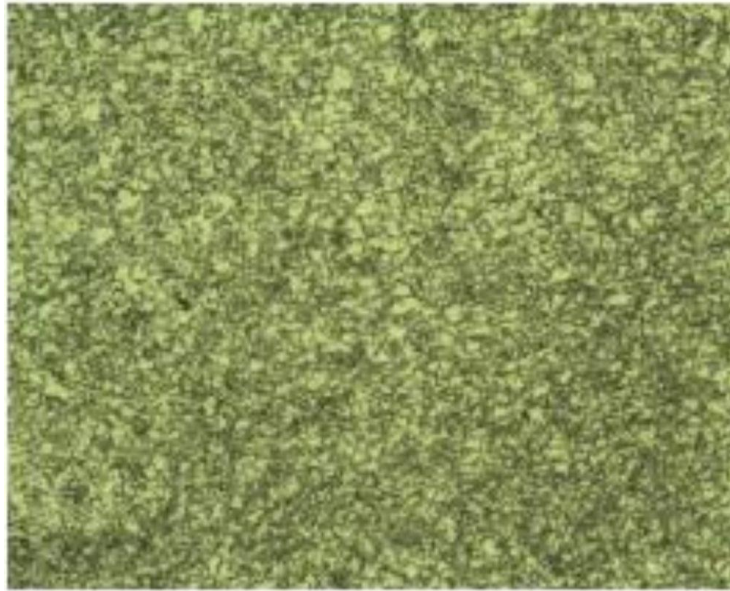
	Espessura [mm]	Largura [mm]
1	1,00	12,00
2	1,00	12,00
3	1,00	12,00
4	1,00	12,00
5	1,00	12,00

Fonte: Tabelas experimentais INSTRON, 2023.

Posteriormente à coleta dos dados obtidos no ensaio de tração, verificou-se que cada

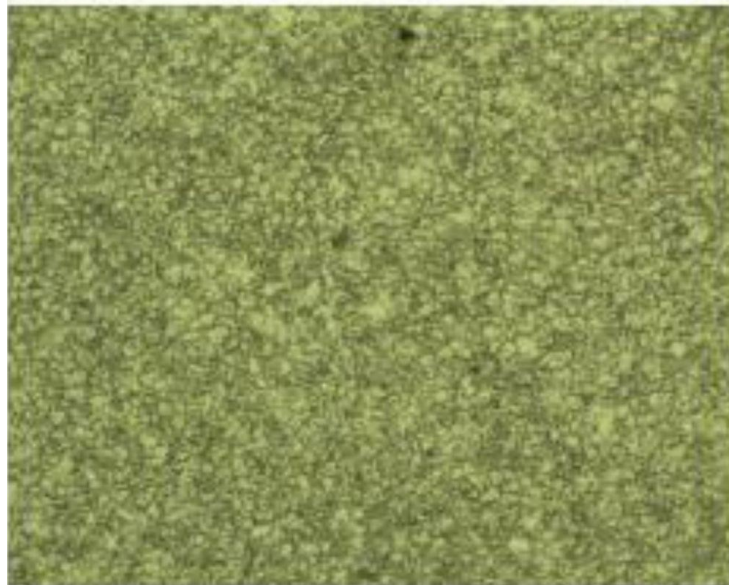
corpo de prova apresentou uma microestrutura distinta, conforme evidenciado na análise metalográfica. A seguir, são apresentadas as microestruturas correspondentes aos diferentes métodos de resfriamento empregados durante os ensaios em laboratório:

1. Microestrutura corpo prova com resfriamento a temperatura ambiente:



*Figura 5 - Microestrutura corpo de prova com resfriamento a temperatura ambiente do laboratório de Engenharia dos Materiais da UEA.
Fonte: Autor, 2023.*

2. Microestrutura corpo de prova com resfriamento água:



*Figura 6 - Microestrutura do corpo de prova com resfriamento água, laboratório de Engenharia de Materiais da UEA.
Fonte: Autor, 2023.*

3. Microestrutura corpo de prova com resfriamento água + cloreto de sódio:

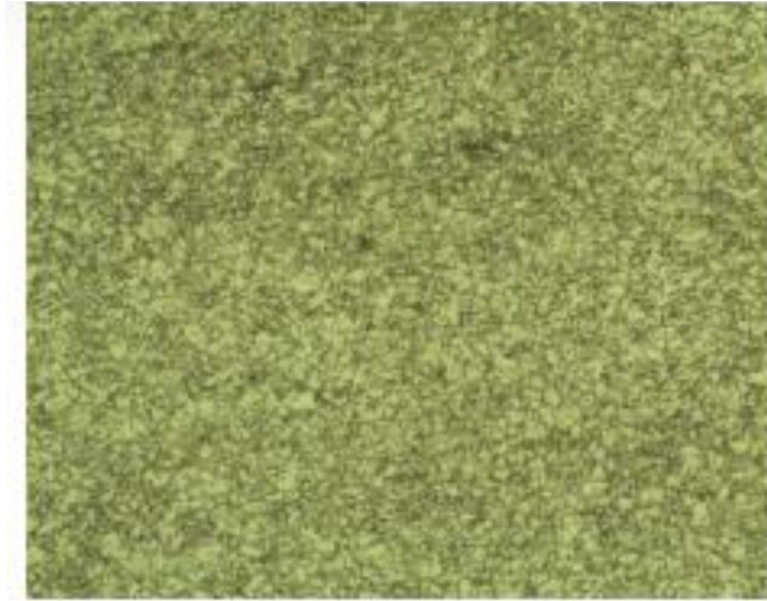


Figura 7 - Microestrutura do corpo de prova resfriamento água + cloreto de sódio, laboratório de Engenharia de Materiais da UEA.

Fonte: Autor, 2023.

4. Microestrutura corpo de prova com resfriamento água gelada:

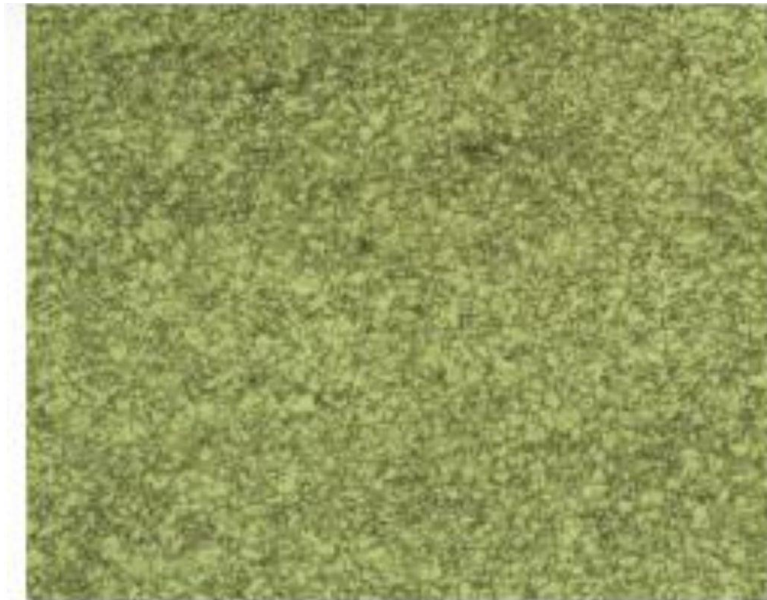


Figura 8 - Microestrutura corpo de prova com resfriamento água gelada, laboratório de Engenharia de Materiais da UEA.

Fonte: Autor, 2023.

5. Microestrutura corpo de prova com resfriamento a óleo:



*Figura 9 - Microestrutura corpo de prova com resfriamento a óleo, laboratório de Engenharia de Materiais da UEA.
Fonte: Autor, 2023.*

Considerando que o material analisado trata-se de um aço hipoeutetóide ou seja, uma liga ferro-carbono com teor de carbono situado à esquerda do ponto eutetóide, entre 0,02% e 0,76% de C conforme definido por Callister (2008), é possível interpretar os dados obtidos no ensaio de tração de maneira fundamentada.

Com base no gráfico tensão \times deformação e nos valores apresentados na Tabela 2, verificou-se que o maior valor de resistência à tração, expresso em megapascal (MPa), foi observado no **corpo de prova 2**, que atingiu **417,56 MPa**. Em contrapartida, o menor valor foi obtido pelo **corpo de prova 1**, com **182,28 MPa**.

No caso do corpo de prova 2, observou-se que o tratamento térmico empregado não alterou as dimensões físicas da peça, mas promoveu modificações significativas na sua microestrutura, resultando em um aumento da resistência mecânica. Durante as análises laboratoriais, constatou-se que esse corpo de prova apresentou características compatíveis com um tratamento térmico de **recozimento total (ou pleno)**.

Essa conclusão é reforçada pela microestrutura identificada, composta por **ferrita pró-eutetóide** e **perlita grosseira**, típica de aços hipoeutetóides submetidos a esse tipo de tratamento térmico.

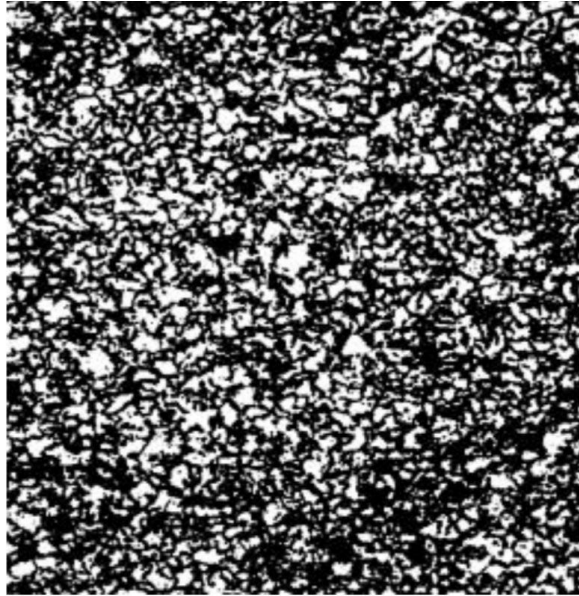


Figura 10 - Microestrutura corpo de prova 2 com resfriamento água realizado no laboratório de Engenharia de Materiais da UEA.

Fonte: Autor, 2023.

Entretanto, o corpo de prova 1 apresentou baixa resistência mecânica em decorrência de seu resfriamento lento ao ar, realizado com o objetivo de eliminar o encruamento gerado pela deformação a frio. Na literatura, esse procedimento é caracterizado como tratamento térmico de recozimento para recristalização. As fases presentes, observadas na microestrutura, são constituídas por ferrita fina e pequenas lamelas de perlita. A Figura 7 apresenta as microconstituintes do corpo de prova 2.

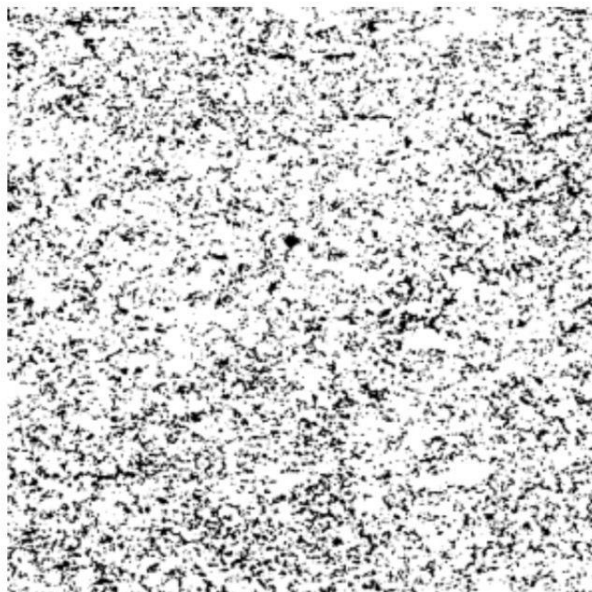


Figura 11 - Microestrutura corpo de prova 1 com resfriamento ao ar livre, laboratório de Engenharia de Materiais da UEA.

Fonte: Autor, 2023.

Os corpos de prova 3 e 4 tiveram um limite de resistência mecânica praticamente iguais dentro de uma média e módulo de elasticidade também quase iguais. Resistência a tração corpo prova 3 = 334,76 Mpa e módulo elasticidade = 99,09 Gpa e o corpo prova 4 o limite resistência a tração = 291,57 Mpa e módulo elasticidade = 120,62 Gpa. Suas microconstituíntes também são muito parecidas, garantindo uma maior ductibilidade e alívio de tensões do material. Pelos meios de resfriamento utilizado um em água + sal e outro em água gelada, temos tratamento térmico de recozimento isotérmico ou cíclico que permite obter uma estrutura final mais homogênea. Na figura 8 temos microestrutura dos corpos de prova 3 e 4.

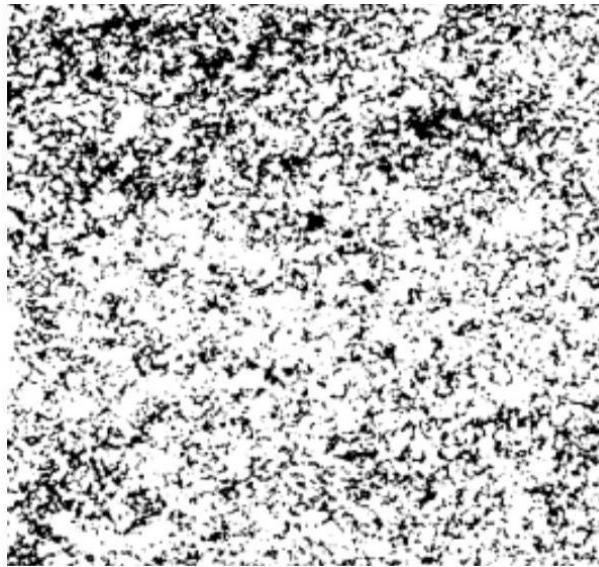


Figura 12 - Microestrutura do corpo de prova 3 com resfriamento água+cloreto de sódio, laboratório de Engenharia de Materiais da UEA. Fonte: Autor, 2023.

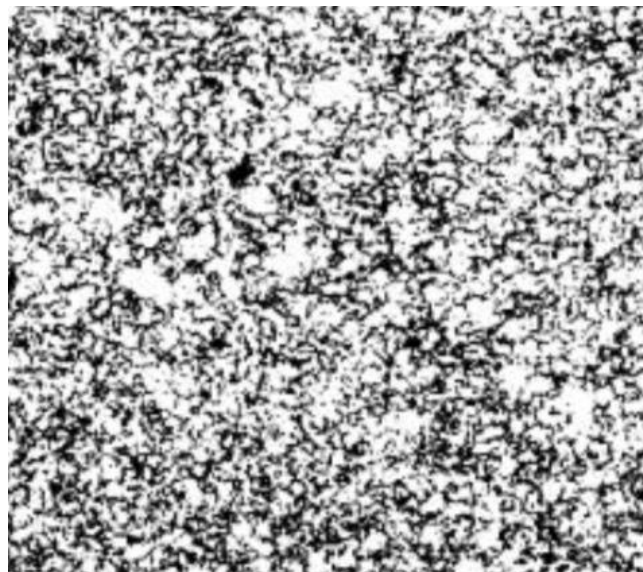


Figura 13 - Microestrutura do corpo de prova 4 com resfriamento água gelada, laboratório de Engenharia de Materiais. Fonte: Autor, 2023.

6. CONCLUSÃO

Ao longo deste trabalho, pude observar na prática como os diferentes tratamentos térmicos e métodos de resfriamento influenciam a microestrutura e o desempenho mecânico do aço SAE 1008. As análises em laboratório deixaram clara a ligação entre o que acontece dentro do material e os resultados obtidos nos ensaios.

O corpo de prova 1, resfriado ao ar, foi o que apresentou a menor resistência, resultado esperado devido ao recozimento, que facilita a recristalização e forma uma microestrutura mais macia. Já os corpos 3 e 4, resfriados rapidamente, mostraram microestruturas mais uniformes e maior desempenho mecânico, indicando que transformações térmicas mais intensas favoreceram a ductilidade sem causar perdas relevantes na resistência.

A comparação entre todas as amostras evidenciou que pequenas mudanças na forma de resfriamento são suficientes para alterar de maneira significativa o comportamento do aço. Com isso, ficou claro que o tratamento térmico é fundamental para ajustar o SAE 1008 às diferentes aplicações industriais.

Assim, considero que o trabalho cumpriu seu propósito ao demonstrar, de forma objetiva e aplicada, como o controle adequado de temperatura e resfriamento influencia diretamente as propriedades finais do material, reforçando a importância da engenharia de materiais nos processos produtivos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Pinedo, C. Eduardo. (2021). **Tratamentos Térmicos e Superficiais Dos Aços**. CHIAVERINI, V. **Tratamentos Térmicos das Ligas Metálicas**. São Paulo: Associação Brasileira de Metais, 2003
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 87: Aços Carbono e Ligados para Construção Mecânica - Designação e Composição Química**. Rio de Janeiro, 2000.
- Callister WD, Rethwisch DG. **Ciência e engenharia de materiais: uma introdução**. 8ª edição. LTC; 2012
- CARLOS A.G.de Moura Branco., **Mecânica dos Materiais**. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1985.
- SOUZA, S. A., **Composição Química dos Aços**, São Paulo, Edgard Blucher, 1989.
- BRIGGS, G. A. D. **Materials science education: from school to university**. *Materials Science and Engineering*, v. A199, p. 89-94, 1995.
- BOJARSKI, Z.; HETMAFICZYK; L. Jeziorski; MORAWIEC, H.; SLUSARSKI, L.; WOJCIECHOWSKI, St. **Material science and engineering education in Poland**. *Materials Science and Engineering*, v. A 199, p. 27-34, 1995.
- CALLISTER JÚNIOR, William. **Ciência e Engenharia de Materiais: Uma Introdução**. 5ª Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2000, 637p.
- CANEVAROLO JÚNIOR, Sebastião. **Ciências dos Polímeros: Um texto básico para engenheiros e tecnólogos**. 2ªEd. São Paulo: ArtLiber, 2002, 280p.
- COLPAERT, Humbertus. **Metalografia dos Produtos Siderúrgicos Comuns**. 4ª Ed. Revisada e atualizada por André Luiz V. da Costa e Silva, São Paulo: Edgard Blucher, 2008, 652p.
- FURASTÉ, Pedro Augusto. **Normas Técnicas para o Trabalho Científico: Explicação das Normas da ABNT**. 16ª Ed. Porto Alegre: Dactilus Plus, 2012, 230p.
- KELLY, A. The modern place of materials science and engineering. *Materials Science and Engineering*, v. A272, p. 1-4, 1999.
- Luz, Gerson. **Aço SAE 1008 Propriedades Mecânicas e Composição Química**. Disponível em: < <https://www.materiais.gelsonluz.com/2017/09/aco-sae-1008-propriedades-mecanicas.html>>. Acesso em: 24 de março de 2022.
- HABERMEIER, Hanns-Ulrich. **Education through materials science**. *Materials Science and Engineering*, v. 199, p. 69-72, 1995.

- NOTÍCIAS. **Conselho definirá diretrizes para nanotecnologia.** *Plástico Industrial*, Aranda Editora, ano 14, n.163, março, 2012.
- PARK, Jin Y.; DAVIS, Tye B.; SULLIVAN, Paul L. **Parametric study on the fabrication of clay-containing thermosetting nanocomposites.** *Journal of Reinforced Plastics and Composites*, v. 00, 2009.
- SOUZA, Sérgio Augusto de. **Ensaio Mecânicos de Materiais Metálicos. Fundamentos teóricos e práticos.** São Paulo: Edgard Blucher, 1982, 286p.
- SUBBARAO, E. C.; CHAKRAVORTY, D.; MERRIAM, M. V., FRAGHAVAN; SINGHAL, L. K. **Experiências de Ciências dos Materiais.** São Paulo: Edgard Blucher, 1973, 236p.
- SMITH, F. William; HASHEMI, Javad. **Fundamentos de Engenharia e Ciências dos Materiais.** 5ª Ed. Porto Alegre: AMGH, 2012, 712p.

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Sistema Integrado de Bibliotecas da Universidade do Estado do Amazonas.

P142e Paiva, Luciana
EFEITOS DE DIFERENTES TRATAMENTOS TÉRMICOS NAS
PROPRIEDADES MECÂNICAS DO AÇO SAE 1008 UTILIZ /
Luciana Paiva. Manaus : [s.n], 2025.
22 f.: il.; 21.0 cm.

TCC - Especialização em Engenharia de Materiais e Componentes
Eletrônicos- Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2025.
Orientador: Dr José Costa de Macedo.

1. Tratamento térmico. 2. Prioridades mecânicas. 3. Aço SAE 1008.
4. Ensaio de tração. 5. Têmpera. I. Dr José Costa de Macedo (Orient.)
II. Universidade do Estado do Amazonas. III. Título

CDU(1997)67