ENG MAT CON
CONGRESSO ONLINE DE ENGENHARIA DE MATERIAIS
Edição 2021

DETERMINAÇÃO DOS MICROCONSTITUINTES DE AMOSTRAS DE AÇO 1045 ATRAVÉS DE ENSAIO METALOGRÁFICO

III Congresso Online de Engenharia de Materiais. inscrições encerradas, 4ª edição, de 27/04/2021 a 30/04/2021
ISBN dos Anais: 978-65-89908-00-5

CARVALHO; Jéssica de Sousa [1], FILHO; Marcos Rogério Vieira Nunes [2], LOPES; Pedro Emanoel Honorato Silva [3], CARVALHO; Samuel da Silva [4], SOUSA; José Guilherme Queiroz [5], LIMA; James Rodrigo da Silva Lima [6]

RESUMO

1. RESUMO

Este trabalho descreve as etapas para a análise em microscópio óptico de amostras metálicas que passaram por alguns tratamentos térmicos, como, por exemplo, têmpera, normalização, revenimento, recozimento, austêmpera e martêmpera, permitindo avaliar a sua microestrutura onde, por meio da mesma, podemos determinar suas respectivas fases e, podendo ainda identificar e/ou definir os tipos de estruturas encontradas a partir da micrografia do AÇO 1045. Tendo como objetivo principal apresentar, através do ensaio metalográfico e de sua análise micrográfica com o auxílio do microscópio, a morfologia e estrutura do material em estudo, determinando os microconstituintes que o compõem. Sabendo que estes microconstituintes variam de acordo com o tipo de liga analisada e de acordo com os tratamentos térmicos, mecânicos, processos de fabricação e outros processos a que o material tenha sido submetido. As amostras passaram por alguns processos, como: lixamento, polimento, ataque químico e observação microscópica. Diante do que foi observado em laboratório, concluímos que os corpos de prova apresentaram regiões martensíticas, regiões perlíticas, estruturas de cementita, austenita retida, inclusões e trincas. Entretanto, se faz necessário novos estudos, pois devemos observar se as técnicas utilizadas estão adequadas para a amostra de estudo. Além disso, é sempre válido repetir as observações, comparando-as com modelos confiáveis para a elaboração de um bom laudo técnico.

2. ABSTRACT

This work tests the steps for the analysis in an adjustable optical microscope, which have undergone some heat treatments, such as, for example, quenching, normalization, tempering, annealing, austempering and martempering, allowing to evaluate its microstructure where, through it, we can determine its phases and, still being able to identify and / or define the types of structures determined from the micrograph of STEEL 1045. Having as main objective to present, through the metallographic test and its micrographic analysis with the aid of the microscope, the morphology and structure of the material under study, determining the

[1] Universidade Federal do Ceará, jessicacarvalho@alu.ufc.br
[2] Universidade Federal do Ceará, marcosrogeromr@alu.ufc.br
[3] Universidade Federal do Ceará, pedrohonorato97@alu.ufc.br
[4] Universidade Federal do Ceará, samcarvalho@alu.ufc.br
[5] Universidade Federal do Ceará, jguilhermeqs@gmail.com
[6] Universidade Federal do Ceará, jamesrodrigo53@gmail.com

microconstituents that compose it. Knowing that these microconstituents vary according to the type of alloy analyzed and according to the thermal, mechanical treatments, manufacturing processes and other processes to which the material has been subjected. How they went through some processes, such as: sanding, polishing, chemical attack and microscopic observation. In view of what was observed in the laboratory, we concluded that the independent martensitic specimens, pearlitic regions, cementite structures, retained austenite, inclusions and cracks. However, further studies are necessary, as you must observe whether the techniques used are present for a study sample. In addition, it is always valid to repeat as applicable, comparing them with models considered for the preparation of a good technical report.

3. INTRODUÇÃO

Segundo COLPAERT (2008), metalografia é o estudo da morfologia e estrutura dos metais. Existem dois tipos de controle de qualidade de um produto metalúrgico, o primeiro pode ser: estrutural, onde preocupa-se com o material que forma a peça, sua composição, propriedade, estrutura, aplicação, já o segundo, é dimensional, que preocupa-se em controlar as dimensões físicas de um determinado produto, denominado Metrologia. Este artigo descreve a prática de metalografia, realizada no laboratório da Universidade Federal do Ceará – *Campus Russas*. De forma a tornar explícito os passos adotados para a submissão aos processos de lixamento, polimento, ataque químico e a análise microscópica da amostra do aço 1045, que após a submissão dos tratamentos térmicos: normalização, recozimento, têmpera, revenido, encontravam-se prontos para os processos citados anteriormente e a verificação microscópica, que possibilitou a visualização da estrutura do material, junto aos seus constituintes colocando em evidência cada tratamento térmico aplicado em cada amostra do aço 1045.
O objetivo do trabalho é presentar, através do ensaio metalográfico e de sua análise micrográfica com o auxílio do microscópio, a morfologia e estrutura do material em estudo, determinando os microconstituintes que o compõe.

4. FUNDAMENTAÇÃO TEORICA
3.1 TRATAMENTOS TÉRMICOS

São processos em que aquece-se e resfria-se o aço, sob condições controladas de tempo, temperatura, ambiente e velocidade de resfriamento, os tratamentos térmicos têm como finalidade a alteração das propriedades dos aços. A princípio as propriedades do aço dependem da sua estrutura, dessa forma, os tratamentos térmicos modificam essa estrutura em menor ou maior escala, alterando assim suas propriedades. As estruturas obtidas apresentam características próprias e que são transferidas ao aço de acordo com a sua estrutura ou combinação de estruturas.
Muitos aços de baixo e médio carbono são utilizados em condições típicas de trabalho a quente, ou seja, em estados forjado ou laminado, e a maioria dos aços de alto carbono ou elementos de liga, têm que passar obrigatoriamente por tratamentos térmicos antes de serem submetidos a algum serviço. Os objetivos principais dos tratamentos térmicos são: remoção das tensões internas; aumento ou diminuição da dureza; melhora da ductilidade; melhora da usinabilidade; melhora das propriedades de corte; melhora da resistência ao desgaste; melhora da

[1] Universidade Federal do Ceará, jessicacarvalho@alu.ufc.br
[2] Universidade Federal do Ceará, marcosrogeromr@alu.ufc.br
[3] Universidade Federal do Ceará, pedrohonorato97@alu.ufc.br
[4] Universidade Federal do Ceará, samcarvalho@alu.ufc.br
[5] Universidade Federal do Ceará, jguilhermeqs@gmail.com
[6] Universidade Federal do Ceará, jamesrodrigo53@gmail.com

resistência à corrosão; melhora da resistência ao calor e modificação das propriedades elétricas e magnéticas.
Entre os tratamentos térmicos estão: têmpera, normalização, recozimento, revenido, austêmpera e martêmpera.

4.1.2 TÊMPERA

É o tratamento térmico mais importante dos aços, principalmente os que são utilizados em construção mecânica. As condições de aquecimento são muito semelhantes às que ocorrem no recozimento e na normalização. O resfriamento, entretanto, é muito rápido, empregando geralmente meios líquidos para resfriar as peças. Este tratamento resulta em modificações muito intensas nos aços, que levam a um grande aumento da dureza, da resistência ao desgaste, da resistência à tração, ao mesmo tempo em que as propriedades relacionadas à ductilidade sofrem uma apreciável diminuição. Além disso, tensões internas são geradas em grande intensidade.
Tipos de Têmpera:

- Têmpera por chama: Aquecimento provém de chama direcionada à peça, através de maçarico ou outro instrumento, seguida de um resfriamento brusco, normalmente em água, podendo assim ser parcialmente temperada. Este tratamento é um tipo de têmpera superficial
- Têmpera superficial: Aquecimento somente da superfície através de indução ou chama até a austenitização, seguida de um resfriamento rápido
- Têmpera total: Aquecimento total da peça até temperatura de austenitização seguida de resfriamento, em meio pré-determinado

4.1.2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Obtenção de uma microestrutura que proporcione ao aço propriedades elevadas de dureza e resistência mecânica.

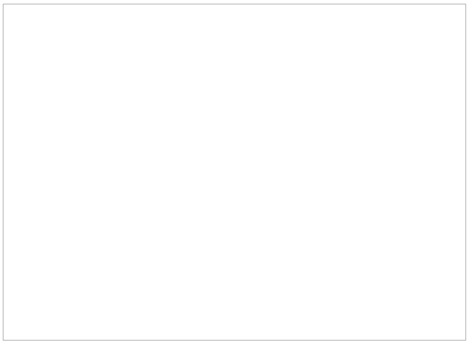
4.1.2.2 METODOLOGIA DO TRATAMENTO:

Consiste no aquecimento do material até a temperatura de austenitização, ou seja, entre 815 °C e 870 °C. O controle da temperatura durante o processo de aquecimento, nos fornos, é feito por pirômetros. Já nas forjas, o mecânico identifica a temperatura pela cor do material em que está sendo aquecido(tabela 1). O processo de têmpera pode ser divido em 3 fases:
1. Aquecimento: A peça é aquecida em forno ou em uma forja, até uma temperatura recomendada. No entanto, vale ressaltar que o aquecimento da peça deve ser lento no início, a fim de não provocar defeitos no material.
2. Manutenção da temperatura: Atingida a temperatura desejada esta deve ser mantida por um tempo determinado a fim de uniformizar o aquecimento por toda a peça. Além do mais, a manutenção da temperatura varia de acordo com o formato da peça.
3. Resfriamento: A peça uniformemente aquecida na temperatura desejada é resfriada rapidamente. Os meios líquidos e gasosos são os mais utilizados para o resfriamento do aço.

TABELA 01 - MATERIAIS A TEMPERAR, TEMPERATURAS DE PRÉ-

[1] Universidade Federal do Ceará, jessicacarvalho@alu.ufc.br
[2] Universidade Federal do Ceará, marcosrogeromr@alu.ufc.br
[3] Universidade Federal do Ceará, pedrohonorato97@alu.ufc.br
[4] Universidade Federal do Ceará, samcarvalho@alu.ufc.br
[5] Universidade Federal do Ceará, jguilhermeqs@gmail.com
[6] Universidade Federal do Ceará, jamesrodrigo53@gmail.com

AQUECIMENTO E DE TÊMPERA, COLORAÇÃO DO MATERIAL NA TÊMPERA E MEIOS DE RESFRIAMENTO



(Chiaverine,Vicente-Aços e ferros fundidos - 7ª edição, 2012)

4.1.3 NORMALIZAÇÃO

O tratamento de normalização do aço consiste na refinação dos grãos do material. Quando um aço apresenta maior heterogeneidade de suas propriedades e maior fragilidade, o refino de grão garante maior homogeneidade de propriedades e maior tenacidade. Este tratamento, produz propriedades semelhantes ao do recozimento, podendo ser usado adicionalmente para “normalizar” estruturas não homogêneas resultantes de processos de têmpera, conformação e fundição. Ocorre, porém, que a normalização é feita geralmente com resfriamento das peças ao ar calmo. Isto conduz a uma velocidade de resfriamento mais alta do que a velocidade do recozimento, resultando na estrutura de perlita mais fina (Figura - 01).

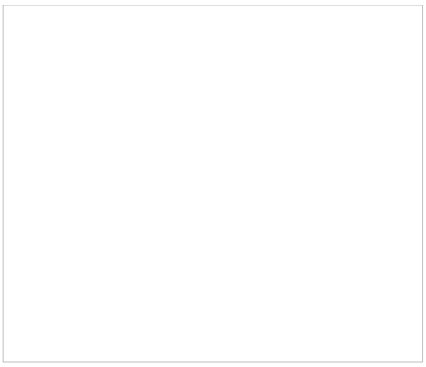
Por consequência, de se possuir um resfriamento mais acelerado do que o recozimento, a normalização também produz uma diminuição do tamanho de grão, de modo que eleva consideravelmente a tenacidade do material.

FIGURA 01 - CICLO TÉRMICO ESQUEMÁTICO DOS TRATAMENTOS DE RECOZIMENTO (PLENO) E NORMALIZAÇÃO, SUPERPOSTOS NA CURVA CCT DE UM AÇO

(Ferraresi, 2019)

FIGURA 02 - REFINAÇÃO DOS GRÃOS PELO PROCESSO DE NORMATIZAÇÃO

[1] Universidade Federal do Ceará, jessicacarvalho@alu.ufc.br
[2] Universidade Federal do Ceará, marcosrogeromr@alu.ufc.br
[3] Universidade Federal do Ceará, pedrohonorato97@alu.ufc.br
[4] Universidade Federal do Ceará, samcarvalho@alu.ufc.br
[5] Universidade Federal do Ceará, jguilhermeqs@gmail.com
[6] Universidade Federal do Ceará, jamesrodrigo53@gmail.com



(Tschiptschin, 2019)

4.1.3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Refino de grão e homogeneização da estrutura, visando obter uma melhor resposta na têmpera ou no revenido posterior
- Melhoria da usinabilidade
- Refino de estruturas brutas de fusão

4.1.3.2 METODOLOGIA DO TRATAMENTO

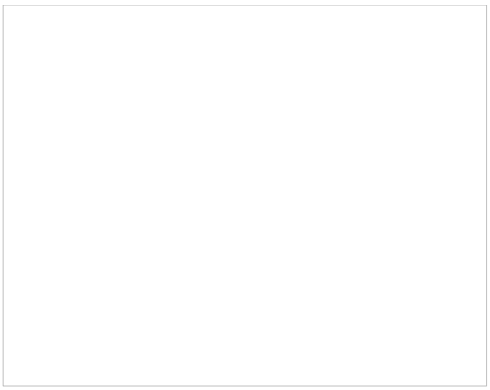
Em temperaturas bem acima da zona crítica, os grãos de austenita crescem em grandes proporções, de forma que, quanto mais elevada for a temperatura, mais rápido será o crescimento dos grãos. A granulação grosseira torna o material quebradiço, alterando também suas propriedades mecânicas, as trincas também se propagam com mais facilidade no interior dos grãos grandes, e para evitar esse problema é que existe o tratamento térmico de normalização.
No processo de normalização, o aço com granulação grosseira é levado ao forno com temperatura acima da zona crítica, até 60 °C acima do limite superior da zona crítica (A3 ou Acm), sempre garantindo austenitização total do material, a essa temperatura todo material se transforma em austenita depois de algumas horas.

4.1.4 RECOZIMENTO

O recozimento é um método de tratamento térmico em que é submetido um metal a uma elevada temperatura por um período longo, podendo variar de várias horas a dias, com o objetivo de alterar as propriedades existentes no material. Em geral estes metais são recozidos a uma temperatura ligeiramente superior a em que ocorre a recristalização.

FIGURA 03 - ESQUEMA DO RECOZIMENTO PLENO

[1] Universidade Federal do Ceará, jessicacarvalho@alu.ufc.br
[2] Universidade Federal do Ceará, marcosrogeromr@alu.ufc.br
[3] Universidade Federal do Ceará, pedrohonorato97@alu.ufc.br
[4] Universidade Federal do Ceará, samcarvalho@alu.ufc.br
[5] Universidade Federal do Ceará, jguilhermeqs@gmail.com
[6] Universidade Federal do Ceará, jamesrodrigo53@gmail.com



(Chiaverine,Vicente-Aços e ferros fundidos - 7ª edição, 2012)

Recozimento Subcrítico: consiste na elevação lenta da temperatura até abaixo do limite da zona crítica, é importante garantir que o aço seja submetido a essa temperatura por tempo suficiente para que toda a estrutura se torne austenítica. Logo após o aço é submetido a um resfriamento ao ar, com o objetivo principal de reduzir as tensões internas. Através desse processo é possível a obtenção de algumas alterações nas propriedades dos materiais como por exemplo aumentar a ductilidade, melhorar sua usinabilidade e a redução da dureza.

4.1.4.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Objetivos recozimento total e pleno:

- Reduzir a dureza
- Aliviar as tensões residuais
- Melhorar a usinabilidade do material
- Aumentar a ductilidade
- Melhorar plasticidade
- Homogeneizar a estrutura do material

Objetivos recozimento subcrítico:

- Aumentar a plasticidade
- Aliviar as tensões internas residuais
- Anular os efeitos do encruamento

Objetivo recozimento de esferoidização:

- Produzir uma microestrutura de carbonetos globulares em uma matriz ferrítica

4.1.3.2 METODOLOGIA DO TRATAMENTO

Metodologia recozimento total ou pleno:

- Aquecer o material acima da zona crítica (A3) para que a microestrutura seja austenitizada
- Manter o aço 50°C acima desta temperatura para assegurar a completa transformação
- Resfriar o material de forma lenta, controlando a velocidade de resfriamento do forno
- Deixar o material dentro do forno nesta fase resfriamento
- Após o resfriamento, retira-se o material

Metodologia recozimento subcrítico:

- Aquecer o material abaixo de A1 para que a microestrutura seja austenitizada
- Manter o aço entre 30 a 50°C abaixo dessa temperatura para

[1] Universidade Federal do Ceará, jessicacarvalho@alu.ufc.br
[2] Universidade Federal do Ceará, marcosrogeromr@alu.ufc.br
[3] Universidade Federal do Ceará, pedrohonorato97@alu.ufc.br
[4] Universidade Federal do Ceará, samcarvalho@alu.ufc.br
[5] Universidade Federal do Ceará, jguilhermeqs@gmail.com
[6] Universidade Federal do Ceará, jamesrodrigo53@gmail.com

assegurar a completa transformação
- Resfriar o material de forma lenta ao ar calmo
- Após o resfriamento, retira-se o material

Metodologia recozimento de esferoidização:
- Aquecer o material abaixo de A1, acima de A1 ou acima e abaixo de A1;
- Resfriar o material rapidamente ao ar calmo
- Após o resfriamento, retira-se o material

4.1.5 REVENIMENTO

Uma das consequências do processo de têmpera e endurecimento do material é a fragilidade do mesmo, podendo se tornar até mesmo quebradiço, características que não desejáveis para as funções a que esse material seja destinado. Para tornar o material menos duro e até mesmo aliviar as tensões internas causadas pelo processo da têmpera, é realizado o processo de revenido.

Revenimento é um tratamento térmico que ocorre após a têmpera do material para corrigir e reduzir diversos problemas que possam acontecer devido à têmpera do material. Este tratamento serve para aliviar e remover tensões internas da martensita, aumentar a ductilidade do material, diminui um pouco a fragilidade e alta dureza.
O resultado do revenimento é uma combinação desejável de dureza, ductilidade, tenacidade, resistência e estabilidade estrutural. As propriedades resultantes do revenimento dependem do aço e da temperatura do revenimento.

4.1.5.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

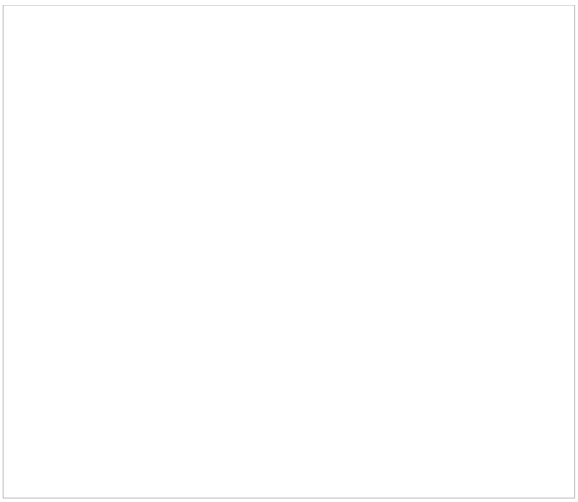
Objetivos do Revenimento:
- Reduzir as tensões internas geradas na peça
- Ajustar a dureza para a faixa de trabalho desejada
- Atingir os valores adequados de resistência mecânica e tenacidade

4.1.5.2 METODOLOGIA DO TRATAMENTO

O revenido consiste em utilizar um material com microestrutura martensítica (após ter passado por um processo de têmpera) e aquecê-lo em um forno, como mostrado na curva TTT abaixo:

FIGURA 04 - CURVA TTT COM PROCESSO DE TÊMPERA E REVENIDO.

[1] Universidade Federal do Ceará, jessicacarvalho@alu.ufc.br
[2] Universidade Federal do Ceará, marcosrogeromr@alu.ufc.br
[3] Universidade Federal do Ceará, pedrohonorato97@alu.ufc.br
[4] Universidade Federal do Ceará, samcarvalho@alu.ufc.br
[5] Universidade Federal do Ceará, jguilhermeqs@gmail.com
[6] Universidade Federal do Ceará, jamesrodrigo53@gmail.com



Fonte: Suckert Quintas

4.1.6.1 AUSTÊMPERA

Tratamento térmico de austêmpera em muitos casos, substitui a têmpera e o revenimento. Baseado na curva TTT.

4.1.6.1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

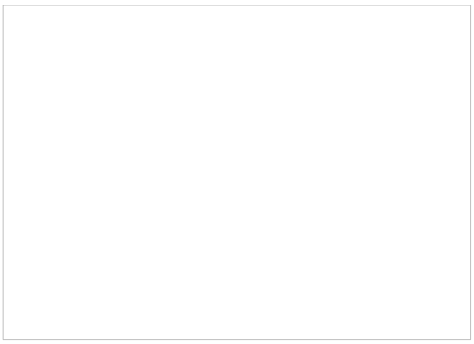
O principal objetivo da austêmpera é obter produtos com alta ductilidade e resistência ao impacto, sem perda expressiva de dureza. Além, de reduzir a perda por trincas e empenos, e melhorar a precisão dimensional. A bainita possui propriedades muito parecidas com a da martensita revenida, porém é melhor em alguns aspectos. A bainita pode apresentar excelente ductilidade e resistência ao choque e desgaste, mesmo para durezas elevadas (efeito mola). A austêmpera apresenta vantagens sobre a têmpera no que diz respeito ao aparecimento de tensões internas, trincas e outros defeitos que aparecem devido à severidade da têmpera.

4.1.6.1.2 METODOLOGIA DO TRATAMENTO

É realizado através das transformações da austenita e depois resfriado em duas etapas. A primeira etapa é um resfriamento rápido até uma temperatura ligeiramente acima da temperatura da mudança de fase da martensita ↔ austenita (normalmente o material é mergulhado em sal fundido). O material permanece nessa temperatura pelo tempo necessário a completar a mudança total de fase austenita → bainita que ocorrem à temperatura constante (aproximadamente de 250° a 400° C) e depois resfriado a temperatura ambiente. Por isso, é considerado um tratamento isotérmico, que tem como resultado uma estrutura chamada bainita.

Figura xx – Representação esquemática do diagrama de transformação para austêmpera.

[1] Universidade Federal do Ceará, jessicacarvalho@alu.ufc.br
[2] Universidade Federal do Ceará, marcosrogeromr@alu.ufc.br
[3] Universidade Federal do Ceará, pedrohonorato97@alu.ufc.br
[4] Universidade Federal do Ceará, samcarvalho@alu.ufc.br
[5] Universidade Federal do Ceará, jguilhermeqs@gmail.com
[6] Universidade Federal do Ceará, jamesrodrigo53@gmail.com



(Fonte: Suckert Quintas)

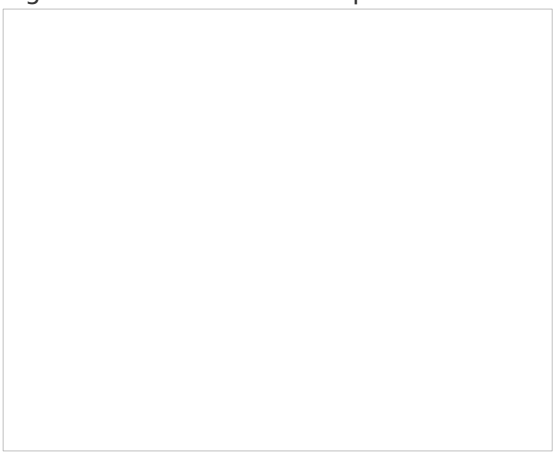
4.1.6.1 MARTÊMPERA

É um processo utilizado em substituição da têmpera quando se deseja diminuir o risco de trincas, empenamentos e tensões residuais excessivas. A têmpera apresenta uma estrutura martensita, sendo, portanto, dura e frágil.

4.1.6.2 METODOLOGIA DO TRATAMENTO

Processo: A peça é resfriada até uma temperatura um pouco acima do início da transformação da martensita (Mi) por um meio adequado como óleo aquecido ou sal fundido. Nesse meio, ela é mantida por um tempo suficiente para uniformizar as temperaturas internas e externas ao longo da peça. Logo após, ocorre o resfriamento para transformação da martensita. Desse modo a transformação acontece com alguma uniformidade de temperatura na peça, evitando ou diminuindo a formação de tensões residuais.
A martêmpera não dispensa o tratamento de revenido, pois a estrutura básica é a mesma martensita da têmpera convencional. Naturalmente, devido à etapa adicional, exige mais controle de parâmetros e equipamentos apropriados.

Figura xx – Curva TTT com processo de martêmpera com revenido.



(Fonte: Suckert Quintas)

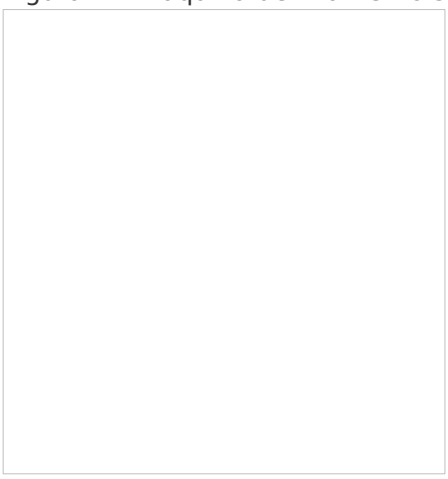
4.2 PROCESSO DE LIXAMENTO

É o processo mais demorado na etapa de preparação das amostras metalográfica, mas é essencial para o processo. É importante que seja executada cautelosamente para apresentar o melhor acabamento possível.
Estas operações têm por objetivo eliminar riscos e marcas mais profundas

[1] Universidade Federal do Ceará, jessicacarvalho@alu.ufc.br
[2] Universidade Federal do Ceará, marcosrogeromr@alu.ufc.br
[3] Universidade Federal do Ceará, pedrohonorato97@alu.ufc.br
[4] Universidade Federal do Ceará, samcarvalho@alu.ufc.br
[5] Universidade Federal do Ceará, jguilhermeqs@gmail.com
[6] Universidade Federal do Ceará, jamesrodrigo53@gmail.com

da superfície dando um acabamento a esta superfície, preparando-a para o polimento. Existem dois processos de lixamento: manual (úmido ou seco) e automático. A técnica de lixamento manual consiste em se lixar a amostra sucessivamente com lixas de granulometria cada vez menor, mudando-se de direção (90°) em cada lixa subsequente até desaparecerem os traços da lixa anterior.
As granulometrias das lixas podem variar de amostra para amostra, mas normalmente seguem a seguinte sequência para os aços: 80, 100, 220, 320, 400, 600 e 1200 (Pode haver variações). Para se conseguir um lixamento eficaz é necessário o uso adequado da técnica de lixamento, pois de acordo com a natureza da amostra, a pressão de trabalho e a velocidade de lixamento, podem ocasionar deformações plásticas em toda a superfície por amassamento e aumento de temperatura.
As lixas são folhas com material abrasivo destinado a dar à abrasão a peça. Sendo necessário variar a granulação da mesma para ir melhorando o acabamento (rugosidade superficial). No lixamento o poder de desgaste é avaliado pela dureza do grão e pela sua granulometria da lixa.

Figura xx- Máquina de lixamento semiautomático



(Autores, 2019)

4.2.1 PROCEDIMENTO DE LIXAMENTO

1- Verificar se há todas as lixas necessárias para a preparação da amostra
2- Verificar se há água
3- Colocar a lixa na máquina de lixamento e verifica se está tudo pronto para começar
4- Começar o lixamento de desbaste, com a utilização da primeira lixa (nesse caso a lixa de 80 com uma rotação de 190 rpm)

- A peça utilizada no lixamento deve ser segurada de forma firme pela pessoa que está realizando o procedimento, para evitar o surgimento de novos ricos e aparecimento de planos na peça
- O tempo de duração do lixamento de cada peça varia dependendo do seu estado

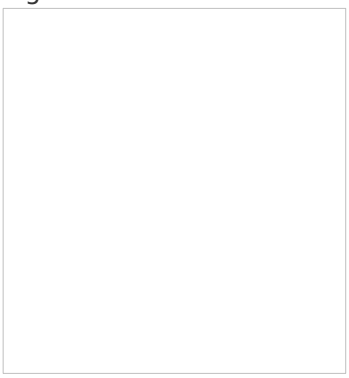
5- Lixar até que só restem os riscos da última lixa utilizada
6- Gire a peça a 90° e vá para a próxima lixa
7- Repita os procedimentos 5 e 6 para todas as lixas (80, 220, 320, 400 e 600) utilizadas no procedimento. Ressaltando que pode ocorrer uma pequena variação da rotação de uma lixa para outra

4.3 PROCESSO DE POLIMENTO

[1] Universidade Federal do Ceará, jessicacarvalho@alu.ufc.br
[2] Universidade Federal do Ceará, marcosrogeromr@alu.ufc.br
[3] Universidade Federal do Ceará, pedrohonorato97@alu.ufc.br
[4] Universidade Federal do Ceará, samcarvalho@alu.ufc.br
[5] Universidade Federal do Ceará, jguilhermeqs@gmail.com
[6] Universidade Federal do Ceará, jamesrodrigo53@gmail.com

Polimento é um procedimento realizado após o lixamento que tem como objetivo deixar a superfície isenta de marcas, para este fim é utilizado abrasivos como pasta de diamante ou alumina. É de grande importância que a superfície a ser polida esteja limpa para não prejudicar o polimento (pode gerar risco na peça). A limpeza da superfície pode ser feita com água, porém, aconselha-se usar líquidos de baixo ponto de ebulição, como álcool por exemplo, para que a secagem seja rápida. Há vários tipos de polimentos, entre eles o Polimento mecânico, Polimento semiautomático em sequência, Polimento eletrolítico, polimento mecânico-eletrolítico e Polimento químico. O mais utilizado é o polimento mecânico.
POLIMENTO MECÂNICO: O polimento mecânico é realizado quando se utiliza uma Politriz. A amostra é trabalhada manualmente no disco de polimento. O agente mais usado é o diamante devido às suas características de granulometria, dureza, forma dos grãos e poder de desbaste, porém a alumina também é um ótimo agente polidor sendo utilizada com concentração de 10% em várias granulometrias. Dependendo do tipo de agente polidor escolhido será escolhido o pano de polimento.

Figura 10-Politriz



(Autores, 2019)

4.3.1 METODOLOGÍA PARA POLIMENTO

1- Antes de realizar o polimento é realizado um lixamento com uma lixa de 2500 (em teor de granulometria) para reduzir os riscos e facilitar o polimento
2- Verificar se o pano da Politriz é adequado para o tipo de abrangente e se encontra em condições de uso
3- Verificar se o pano de polimento está limpo
4- Começa o processo de polimento utilizando alumina (1 micro e 0,03 micro), com uma rotação de 109 rpm do equipamento (Politriz)

- A amostra deve ser segurada levemente em cima do pano de polimento, se recomenda movimentar a amostra no sentido inverso ao do movimento do pano. A alumina deve ser colocada com frequência no pano de polimento
- Evitar fricção excessiva
- Evitar pressão excessiva sobre a amostra. (aplicar um pouco mais que o próprio peso da amostra).

5- O tempo gasto na primeira parte do polimento é cerca de 10 minutos. Considerando que após os 10 minutos a amostra ainda necessite passar por mais tempo no polimento deve ser realizado (o tempo gasto no polimento é variável dependendo de cada amostra)
6- Após a primeira parte do processo é realizado um segundo polimento agora utilizando um outro pano

[1] Universidade Federal do Ceará, jessicacarvalho@alu.ufc.br
[2] Universidade Federal do Ceará, marcosrogeromr@alu.ufc.br
[3] Universidade Federal do Ceará, pedrohonorato97@alu.ufc.br
[4] Universidade Federal do Ceará, samcarvalho@alu.ufc.br
[5] Universidade Federal do Ceará, jguilhermeqs@gmail.com
[6] Universidade Federal do Ceará, jamesrodrigo53@gmail.com

- O tempo gasto nesta segunda parte do polimento é reduzido cerca de 5 a 7 minutos (considerando que é variável dependendo do estado de cada amostra).

7- Após a realização de todo o processo de polimento é realizado a lavagem da peça com água e álcool e secando logo em sequência

4.4 ATAQUE QUÍMICO

Processo no qual tem como finalidade permitir a visualização dos contornos de grão e as diferentes fases na microestrutura. É adicionado certa quantidade de ácido em um recipiente, e em seguida coloca-se a superfície da peça em contato com ele por determinado tempo, esse varia de acordo com o tratamento térmico no qual a peça foi submetida. Após esse contato, o reagente causará a corrosão da superfície. A utilização dos ácidos depende do tipo de procedimento desejado, na prática realizada pela equipe, foi usado o ácido nital 2% por ser indicado para aços carbonos em geral, através de um processo de imersão da peça com cuidado para que não a queime, e impossibilite a visualização no microscópio. Alguns grãos e fases serão mais afetados pelo reagente que outros fazendo com que cada grão e fase reflita a luz de maneira diferente de seus vizinhos.
Para a realização do processo é necessário que a peça esteja limpa e seca, para isso é utilizado líquidos de baixo ponto de ebulição como o álcool, éter, etc., e posteriormente secada rapidamente através de um secador. Após esse procedimento, o material está pronto para ser analisado no microscópio.
Os ataques químicos variaram de acordo com cada peça tratada, a que tinha o tratamento por têmpera foi-se realizado 3 ataques, o primeiro de 7(sete) segundos, e os outros dois de 4(quatro) segundos, na peça revenida fez-se um ataque de 7(sete) segundos, a que era tratada por normalização, foi-se realizado um ataque de 15(quinze) segundos, assim como a peça recozida, e a recebida (não recebeu nenhum tratamento térmico).

5. MATERIAIS E MÉTODOS

Para obtenção dos resultados, foi adotado 5 amostras disponibilizadas pelo laboratório, sendo quatro delas tratadas termicamente (Têmpera, Normalização, Recozido, Revenido) e uma sem tratamento. Usou-se lixas (80, 220, 320, 400, 600 e 1200) no processo de lixamento, onde é jogado água sobre as lixas a diferentes velocidades de rotação. Antes do polimento foi utilizado uma lixa de 2500, a fim de agilizar o processo, depois utilizou-se alumina (1 micro e 0,03 micro) no qual eram adicionadas sobre o pano de polimento a diferentes rotações. Depois de as peças estarem polidas, foram atacadas no ácido nital 2% e em seguida observadas no microscópio.
Na análise microscópica realizou-se um processo de verificação no laboratório de metrologia, com o auxílio do microscópio metalográfico - microscópio utilizado para a visualização de microestruturas em metais -, onde pôde-se averiguar a microestrutura dos 5 corpos de provas, sendo as visualizações em aumentos de imagem de 200, 500 e 1000 vezes.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

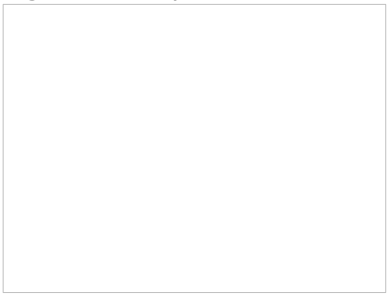
6.1.4.1 CORPO 1 - TÊMPERA

No corpo 1 foi aplicado um tratamento de têmpera, onde o material em

[1] Universidade Federal do Ceará, jessicacarvalho@alu.ufc.br
[2] Universidade Federal do Ceará, marcosrogeromr@alu.ufc.br
[3] Universidade Federal do Ceará, pedrohonorato97@alu.ufc.br
[4] Universidade Federal do Ceará, samcarvalho@alu.ufc.br
[5] Universidade Federal do Ceará, jguilhermeqs@gmail.com
[6] Universidade Federal do Ceará, jamesrodrigo53@gmail.com

temperatura de austenitização foi rapidamente resfriado em meio líquido. As figuras abaixo são micrografias desse corpo, com aproximação de 200 vezes, 500 vezes e 1000 vezes. Infelizmente as fotografias saíram em desfoque em relação ao esperado, mas ainda pode-se notar nela, a formação de martensita. A martensita não foi formada em 100%, devido ao formato da curva TTT do aço 1045 (Fig. 14, foi usada uma figura do aço 1050 para fins de comparação), que requer um resfriamento muito rápido.

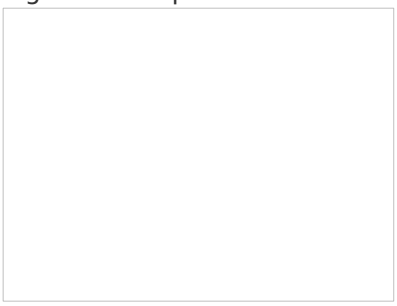
Fig. 11 - Têmpera com zoom em 200x (esquerda) e 500x (direita)



(Autores, 2019)

(Autores, 2019)

Fig. 12 - Têmpera com zoom em 1000x



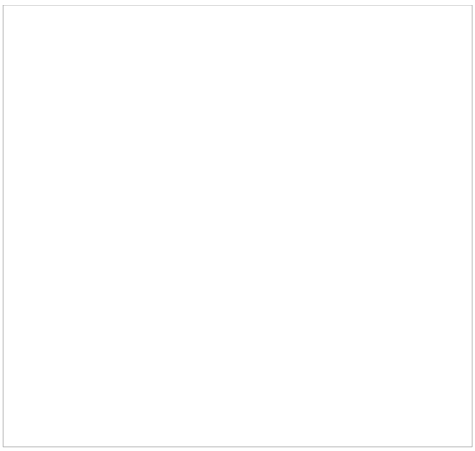
(Autores, 2019)

Figura 13, Micrografia dos aços com 0,1% (acima) e 0,3% (abaixo) de carbono

(Colpaert)

Figura 14, Curva TTT do aço 1050

[1] Universidade Federal do Ceará, jessicacarvalho@alu.ufc.br
[2] Universidade Federal do Ceará, marcosrogeromr@alu.ufc.br
[3] Universidade Federal do Ceará, pedrohonorato97@alu.ufc.br
[4] Universidade Federal do Ceará, samcarvalho@alu.ufc.br
[5] Universidade Federal do Ceará, jguilhermeqs@gmail.com
[6] Universidade Federal do Ceará, jamesrodrigo53@gmail.com

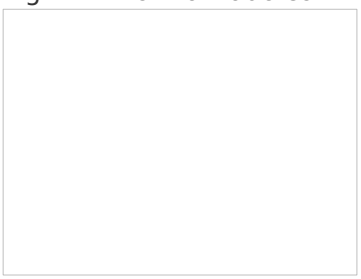


(Sociedade Brasileira de Cuteleiros - SBC)

6.1.4.2 CORPO 2 - NORMALIZAÇÃO

No corpo 2 foi realizado um tratamento de normalização, onde o material em temperatura de austenitização foi resfriado pela exposição ao ar. As figuras abaixo são micrografias desse corpo, com aproximação de 200 vezes, 500 vezes e 1000 vezes. Nas imagens, conseguimos observar com dificuldade a formação de ferrita e perlita.

Fig. 14 - Normalizado com zoom em 200x (esquerda) e 500x (direita)



(Autores, 2019)

(Autores, 2019)

Fig. 15 - Normalizado com zoom em 1000x

(Autores, 2019)

6.1.4.3 CORPO 3 - RECOZIMENTO

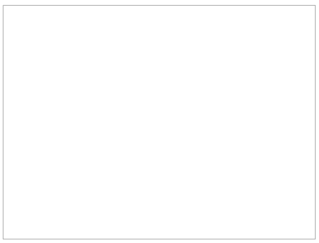
No corpo 3 foi realizado um tratamento de recozimento, onde o material

[1] Universidade Federal do Ceará, jessicacarvalho@alu.ufc.br
[2] Universidade Federal do Ceará, marcosrogeromr@alu.ufc.br
[3] Universidade Federal do Ceará, pedrohonorato97@alu.ufc.br
[4] Universidade Federal do Ceará, samcarvalho@alu.ufc.br
[5] Universidade Federal do Ceará, jguilhermeqs@gmail.com
[6] Universidade Federal do Ceará, jamesrodrigo53@gmail.com

em temperatura de austenitização é resfriado ao mesmo passo do resfriamento natural do forno. As figuras abaixo são micrografias desse corpo, com aproximação de 200 vezes, 500 vezes e 1000 vezes. Nas imagens, podemos reconhecer mais nitidamente a formação da ferrita e perlita grossa. Como o material foi resfriado na mesma velocidade que o forno, a peça adquiriu uma fração maior de ferrita quando comparada com a perlita, fazendo com que o material alcançasse as propriedades desejadas no processo de recozimento, gerando um maior amolecimento ao material.

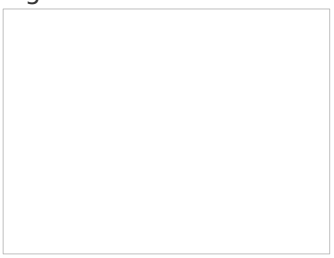
Fig. 16 - Recozido com zoom em 200x (esquerda) e 500x (direita)

(Autores, 2019)



(Autores, 2019)

Fig. 17 - Recozido com zoom em 1000x



(Autores, 2019)

6.1.4.4 CORPO 4 - REVENIDO

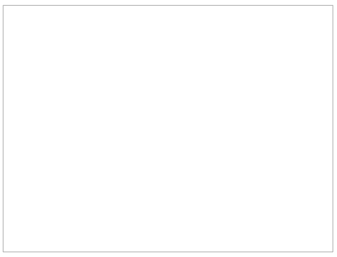
No corpo 4 foi realizado um tratamento de revenimento, onde o material que já passou pelo tratamento de têmpera será reaquecido e resfriado, para alívio das tensões internas. As figuras abaixo são micrografias desse corpo, com aproximação de 200 vezes, 500 vezes e 1000 vezes.

Na peça, podemos encontrar a formação de uma matriz martensítica. Podemos supor também, a formação de ferrita (partes mais claras da microestrutura), uma vez que o aço 1045 é hipereutetóide. A peça pode conter, também, resquícios de austenita retida, porém, sua existência só é possível com novos ensaios de laboratório.

Fig. 18 - Revenido com zoom em 200x (esquerda) e 500x (direita)

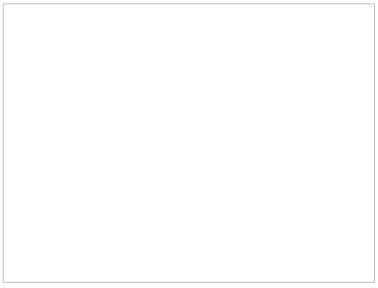
[1] Universidade Federal do Ceará, jessicacarvalho@alu.ufc.br
[2] Universidade Federal do Ceará, marcosrogeromr@alu.ufc.br
[3] Universidade Federal do Ceará, pedrohonorato97@alu.ufc.br
[4] Universidade Federal do Ceará, samcarvalho@alu.ufc.br
[5] Universidade Federal do Ceará, jguilhermeqs@gmail.com
[6] Universidade Federal do Ceará, jamesrodrigo53@gmail.com

(Autores, 2019)



(Autores, 2019)

Fig. 19 - Revenido com zoom em 1000x



(Autores, 2019)

6.1.4.5 CORPO DE PROVA SEM TRATAMENTO NA POSIÇÃO LATERAL E TRANSVERSAL

O corpo de prova é formado pelo aço 1045, onde foi realizado o embutimento nas posições lateral e transversal da peça. Sobre a peça não foi realizado nenhum tratamento térmico, apesar de ter sido submetido ao processo de metalografia (lixamento, polimento e análise microscópica). As figuras abaixo são micrografias desse corpo, com aproximação de 200 vezes, 500 vezes e 1000 vezes. Nelas, conseguimos observar a formação de ferrita e perlita.

O aço 1045 é classificado como aço de médio teor de carbono com 0,45% de carbono em sua composição. Possui boas propriedades mecânicas, como boa usinabilidade quando laminado a quente ou normalizado. Muito aplicado na construção mecânica, em peças forjadas e usinadas para o setor de máquinas e automóveis.

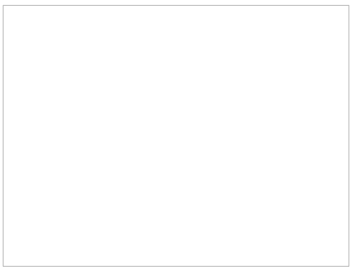
Se compararmos em escala de dureza, a menor dureza foi obtida após o tratamento de recozimento, seguida pela amostra original. O processo de revenimento mostrou-se útil a regular a dureza desejável do metal, melhorando as propriedades do aço como a ductilidade, pois um aço temperado, possui dureza máxima, porém sua resistência ao impacto é diminuída, tornando-se um aço frágil.

Posição Lateral

Fig. 20 - Aço 1045 sem tratamento térmico, com zoom em 200x (esquerda) e 500x (direita)

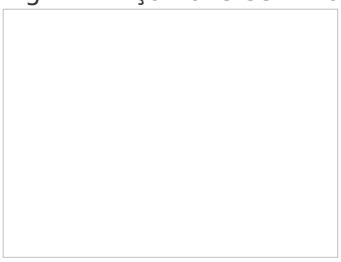
[1] Universidade Federal do Ceará, jessicacarvalho@alu.ufc.br
[2] Universidade Federal do Ceará, marcosrogeromr@alu.ufc.br
[3] Universidade Federal do Ceará, pedrohonorato97@alu.ufc.br
[4] Universidade Federal do Ceará, samcarvalho@alu.ufc.br
[5] Universidade Federal do Ceará, jguilhermeqs@gmail.com
[6] Universidade Federal do Ceará, jamesrodrigo53@gmail.com

(Autores, 2019)



(Autores, 2019)

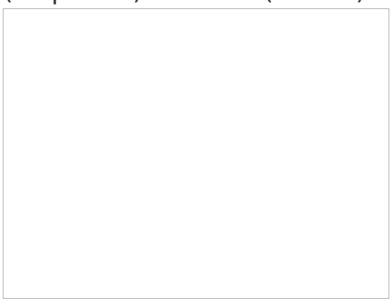
Fig. 21 - Aço 1045 sem tratamento térmico, com zoom em 1000x



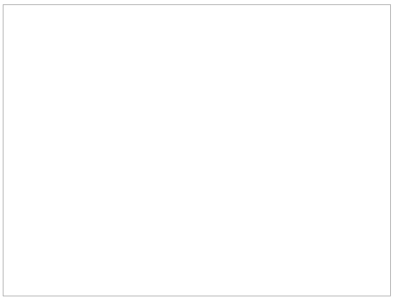
(Autores, 2019)

Posição Transversal

Fig. 22 - Aço 1045 sem tratamento térmico, com zoom em 200x (esquerda) e 1000x (direita)



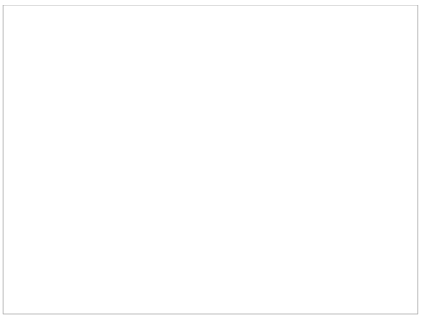
(Autores, 2019)



(Autores, 2019)

Fig. 23 - Aço 1045 sem tratamento térmico, com zoom em 1000x

[1] Universidade Federal do Ceará, jessicacarvalho@alu.ufc.br
[2] Universidade Federal do Ceará, marcosrogeromr@alu.ufc.br
[3] Universidade Federal do Ceará, pedrohonorato97@alu.ufc.br
[4] Universidade Federal do Ceará, samcarvalho@alu.ufc.br
[5] Universidade Federal do Ceará, jguilhermeqs@gmail.com
[6] Universidade Federal do Ceará, jamesrodrigo53@gmail.com



(Autores, 2019)

7. CONCLUSÃO

A micrografia é uma técnica muito utilizada para se monitorar o crescimento e a disposição das fases e dos microconstituintes em um metal. Seguindo procedimentos básicos é possível determinar as concentrações dos elementos de liga e a textura do material. Essas são duas características importantes e que justificam a maioria das propriedades de um metal. Para realizar a observação micrográfica se realiza o processo de lixamento, porém, apenas este não é suficiente. A superfície da peça deve estar polida, ou seja, mais lisa o possível para que a análise microscópica seja feita de forma adequada. Sendo assim, após o lixamento, o polimento é realizado em uma máquina denominada politriz, onde se acrescenta alumina, um líquido que fará, juntamente com a rotação da máquina, o polimento da peça.

Após ser feita a micrografia, recorremos a manuais de metalografia e livros texto, a fim de encontrar a estrutura mais semelhante a da micrografia que, e através de comparações chegamos a determinação dos microconstituintes. De acordo com as estruturas observadas no microscópio e com as informações adquiridos na sala de aula podemos concluir que os corpos de prova apresentam regiões martensíticas, regiões perlíticas, estruturas de cementita, austenita retida, inclusões e trincas.

Entretanto, é preciso sempre observar se as técnicas utilizadas estão adequadas para a amostra de estudo. Além disso, é sempre válido repetir as observações, comparando-as com modelos confiáveis para a elaboração de um bom laudo técnico.

A observação microscópica apresenta, então, maiores informações da estrutura interna do material, dando certeza sobre qual é o metal daquela peça, se ela está sujeita a falhas mecânicas, quais os tratamentos térmicos que foram realizados, entre outras informações que muitas vezes não são possíveis de serem identificadas na macroscopia.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Chiaverini, V., Aços e ferros fundidos – **Característicos gerais e tratamentos térmicos**, 6a Ed – ABMM, 1990.

Tschiptschin, P., **TRATAMENTOS TÉRMICOS DE AÇOS** – Normalização, Engenharia de Metalúrgica e de Materiais- UPUSP, 2019.

GERDAU., "**MUNDO DOS AÇOS ESPECIAIS**" Tratamentos térmicos – Normalização - VOLUME 02, 2019.

Ferraresi, V.A.; **TRATAMENTOS TÉRMICOS DE METAIS DE BASE E**

[1] Universidade Federal do Ceará, jessicacarvalho@alu.ufc.br
[2] Universidade Federal do Ceará, marcosrogeromr@alu.ufc.br
[3] Universidade Federal do Ceará, pedrohonorato97@alu.ufc.br
[4] Universidade Federal do Ceará, samcarvalho@alu.ufc.br
[5] Universidade Federal do Ceará, jguilhermeqs@gmail.com
[6] Universidade Federal do Ceará, jamesrodrigo53@gmail.com

JUNTAS SOLDADAS - Universidade Federal de Uberlândia – Acesso em 01 de Maio 2019.

Callister, W.D., **CIÊNCIA E ENGENHARIA DE MATERIAIS: UMA INTRODUÇÃO** - Oitava Edição, 2012.

LUIZ, A.; PAULO, S. Aços e ligas especiais: 2. Ed. Sumaré, SP: Eletrometal S. A. Metais Especiais, 198

SILVA, André Luiz da Costa e, 1953- **Aços e ligas especiais** / André Luiz da Costa e Silva, Paulo Mei. – 2ª ed. – página 94.

GELSON LUZ. **RECOZIMENTO.** Acesso em 25 de abril de 2019. Disponível em: <https://www.materiais.gelsonluz.com/2017/12/tratamento-termico-de-recozimento.html>

MECÂNICA INDUSTRIAL. **Tratamento térmico, recozimento e têmpera**. Disponível em <https://www.mecanicaindustrial.com.br/tratamento-termico-recozimento-e-tempera/> Acesso em 25 de abril de 2019.

PALAVRAS-CHAVE: METALOGRAFIA, MICROGRAFIA, ATAQUE QUÍMICO, POLIMENTO, LIXAMENTO, TRATAMENTOS TÉRMICOS, MICROESTRUTURA

[1] Universidade Federal do Ceará, jessicacarvalho@alu.ufc.br
[2] Universidade Federal do Ceará, marcosrogeromr@alu.ufc.br
[3] Universidade Federal do Ceará, pedrohonorato97@alu.ufc.br
[4] Universidade Federal do Ceará, samcarvalho@alu.ufc.br
[5] Universidade Federal do Ceará, jguilhermeqs@gmail.com
[6] Universidade Federal do Ceará, jamesrodrigo53@gmail.com