



AVALIAÇÃO MICROESTRUTURAL DA LIGA DE LATÃO C-360 SUBMETIDO A DIFERENTES TRATAMENTOS TÉRMICOS

MICROSTRUCTURAL EVALUATION OF BRASS ALLOY C-360 SUBJECTED TO DIFFERENT HEAT TREATMENTS

EVALUACIÓN MICROESTRUTURAL DE ALEACIÓN DE LATÓN C-360 SOMETIDA A DIFERENTES TRATAMIENTOS TÉRMICOS

Péricles dos Santos Bispo¹, Edilson Nunes Pollnow²

e514592

<https://doi.org/10.47820/recima21.v5i1.4592>

PUBLICADO: 01/2024

RESUMO

O latão é um dos metais mais utilizados no mundo, ele é empregado em diversas áreas, principalmente em áreas onde exijam materiais com boa resistência a corrosão, exemplo, partes do casco de navios e tubulações. Além de apresentar uma boa resistência à corrosão, ele também tem ótimas propriedades térmicas. Pensando nas aplicações da liga de latão c 360, este trabalho se propôs a estudar a possível influência que alguns tratamentos térmicos podem causar na microestrutura e conseqüentemente nas propriedades mecânicas desta liga. Como o tratamento térmico tem a finalidade de modificar a morfologia da microestrutura, as amostras foram divididas em 4 grupos: (amostra controle, têmpera com água, têmpera com óleo, normalização). Com isso realizamos um estudo metalográfico de todas as peças a fim de analisar as fases presentes e o tamanho de grão, pois quanto menor o grão, mais contornos de grãos são encontrados, elevando a resistência mecânica. A fim de certificar isso, realizamos ensaios de micro dureza vickers. A carga utilizada foi de 0,1 kgf com a duração desta aplicação por 10s. Realizou-se 5 medições para cada amostra, englobando pontos ao longo de toda a amostra, e conseguimos constatar de forma quantitativa a mudança na dureza devido à alteração da sua morfologia. Tendo as temperas alcançado dureza maior do que as peças normalizadas e menor do que a amostra controle.

PALAVRAS-CHAVE: Latão C 360. Tratamento térmico. Microestrutura.

ABSTRACT

Brass is one of the most used metals in the world, it is used in several areas, mainly in areas where materials with good corrosion resistance are needed, such as parts of ship hulls and pipes. In addition to having good corrosion resistance, it also has excellent thermal properties. Thinking about the applications of Brass Alloy C 360, this work aimed to study the possible influence that some heat treatments may have on the microstructure and consequently on the mechanical properties of this alloy. As the heat treatment aims to modify the morphology of the microstructure, the samples were divided into 4 groups: (control sample, water temperature, oil temperature, normalization). With this, we carried out a metallographic study of all the pieces in order to analyze the phases presented and the grain size, as the smaller the grain, the more grain contours are found, increasing the mechanical resistance. To certify this, we perform Vickers microhardness tests. The load used was 0.1 kgf with this application lasting 10s. 5 observations were carried out for each sample, covering points throughout the sample, and I was able to quantitatively verify the change in hardness due to the change in its morphology. As tempering progresses, the hardness is higher than that of the standard parts and lower than that of the controlled sample.

KEYWORDS: Brass C 360. Heat treatment. Microstructure.

RESUMEN

El latón es uno de los metales más utilizados en el mundo, se utiliza en varias áreas, principalmente en áreas donde se necesitan materiales con buena resistencia a la corrosión, como partes de cascos de barcos y tuberías. Además de tener buena resistencia a la corrosión, también tiene excelentes propiedades térmicas. Pensando en las aplicaciones de Brass Alloy C 360, este trabajo tuvo como

¹ Instituto Federal de Mato Grosso do Sul - IFMS.

² Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AVALIAÇÃO MICROESTRUTURAL DA LIGA DE LATÃO C-360 SUBMETIDO A DIFERENTES TRATAMENTOS TÉRMICOS
Péricles dos Santos Bispo, Edilson Nunes Pollnow

objetivo estudiar la posible influencia que algunos tratamientos térmicos pueden tener sobre la microestructura y consecuentemente sobre las propiedades mecánicas de esta aleación. Como el tratamiento térmico tiene como objetivo modificar la morfología de la microestructura, las muestras se dividieron en 4 grupos: (muestra de control, enfriamiento con agua, enfriamiento con aceite, normalización). Para ello se realizó un estudio metalográfico de todas las piezas para analizar las fases presentes y el tamaño de grano, ya que cuanto más pequeño es el grano más contornos de grano se encuentran, aumentando la resistencia mecánica. Para certificarlo realizamos ensayos de microdureza Vickers. La carga utilizada fue de 0,1 kgf y esta aplicación tuvo una duración de 10 segundos. Se realizaron 5 mediciones para cada muestra, cubriendo puntos a lo largo de la muestra, y pudimos verificar cuantitativamente el cambio de dureza debido al cambio en su morfología. Los templados alcanzaron una dureza superior a la de las piezas estándar e inferior a la de la muestra control.

PALABRAS CLAVE: Latón C 360. Tratamiento térmico. Microestructura.

1. INTRODUÇÃO

Com o mundo globalizado e com o avanço tecnológico, as empresas necessitam cada vez mais de materiais sofisticados, com características específicas e, claro, com um custo de mercado acessível. Também necessitam de materiais com características complementares, por exemplo, materiais leves e resistentes.

Difícilmente encontramos esse material na natureza com um bom preço comercial. É exatamente por isso que precisamos das ligas metálicas e dos tratamentos térmicos, para conseguirmos materiais que atendam a diversas demandas.

As ligas metálicas são estudadas e desenvolvidas como alternativa à utilização de alguns metais, uma vez que elas apresentam características distintas, que os metais puros não possuem e por isso são produzidas em grande escala. Um bom exemplo disso é o latão, uma liga metálica composta de átomos de cobre (Cu) e zinco (Zn) (Cardoso, 2014).

O latão é uma liga metálica de cobre e zinco com porcentagens de Zn entre 5% e 38%. Eventualmente se adicionam pequenas porcentagens de outros elementos como chumbo, arsênio, alumínio ou estanho para potencializar algumas das propriedades da liga. As aplicações do latão abrangem diversos campos, desde armamento, cascos de navios, bijuterias, passando pela ornamentação, até tubos de condensador e terminais elétricos (Dubronze, 2018).

A utilização do zinco como liga metálica têm sido utilizadas durante séculos – peças de latão datadas de 1400-1000 a.c. foram achadas na palestina e outros artefatos com até 87% de zinco foram encontrados na antiga região da transilvânia (Plasmetal, 2005).

Os tratamentos térmicos surgiram em torno de 55 a.c. onde os guerreiros se deparavam com problemas em seus armamentos, que entortavam durante as batalhas. Por isso precisavam ser consertadas no período de descanso. Os romanos perceberam que o ferro poderia ficar mais duro, quando um ferreiro assassinou uma pessoa com a espada ainda quente. Então ele era aquecido e resfriado, perfurando os escravos, pois acreditavam que a alma das pessoas que eram mortas com tais práticas, unia-se a espada e a deixava mais resistente. Depois foi descoberto que resfriar em água, era muito mais eficiente, assim se deu o princípio do tratamento térmico (SENAI, 2003).



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AVALIAÇÃO MICROESTRUTURAL DA LIGA DE LATÃO C-360 SUBMETIDO A DIFERENTES TRATAMENTOS TÉRMICOS
Péricles dos Santos Bispo, Edilson Nunes Pollnow

Esse processo de tratamento térmico, consiste em aquecer e resfriar o metal até que atinja as propriedades físicas desejadas como: dureza, ductilidade, elasticidade, resistência sem mudar o estado físico. As propriedades mecânicas, bem como o desempenho do metal e em especial das ligas, dependem da sua composição química, da estrutura cristalina, do histórico de processamento e dos tratamentos térmicos realizados. Em outras palavras, os tratamentos térmicos podem ser descritos como ciclos de aquecimento e resfriamento, controlados em material metálico que modificam a microestrutura dele. Essas modificações têm por consequências alterações nas propriedades mecânicas e no comportamento em serviço (Machado, 2015).

Os latões podem ser termicamente tratados para modificar as suas propriedades mecânicas, especialmente a ductilidade. O latão apresenta várias propriedades interessante em relação a outros materiais como maleabilidade, condutibilidade, brilho, ductilidade, e resistência a corrosão (Tschiptschin, 2017).

O presente trabalho tem como objetivo melhorar a condição da liga através da análise da microestrutura e microdureza do latão sobre o efeito de diferentes tratamentos térmicos. O seu intuito de melhorar a condição da liga. Para realizar esse trabalho, foi necessário separar os objetivos em objetivos específicos como: obter as propriedades de microdureza e analisar as microestruturas do latão C 360, sem a realização dos tratamentos térmicos; obter as propriedades de microdureza e analisar as microestruturas do latão C 360 (Cu 60 - 63 %; Pb 2,25 - 3,7 % ; Zn e Restante; Fe 0,35 %; Sn 0,30%) , após a realização dos tratamentos térmicos; comparar os resultados de microdureza e microestrutura antes e depois do tratamento térmico.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Primeiramente, foi preciso selecionar o metal de estudo. O material foi escolhido devido a sua condutibilidade de calor e energia, resistência a corrosão, durabilidade e maleabilidade. Justamente por esses motivos, ele é um dos metais mais utilizado no mundo, perdendo somente para o ferro e o alumínio.

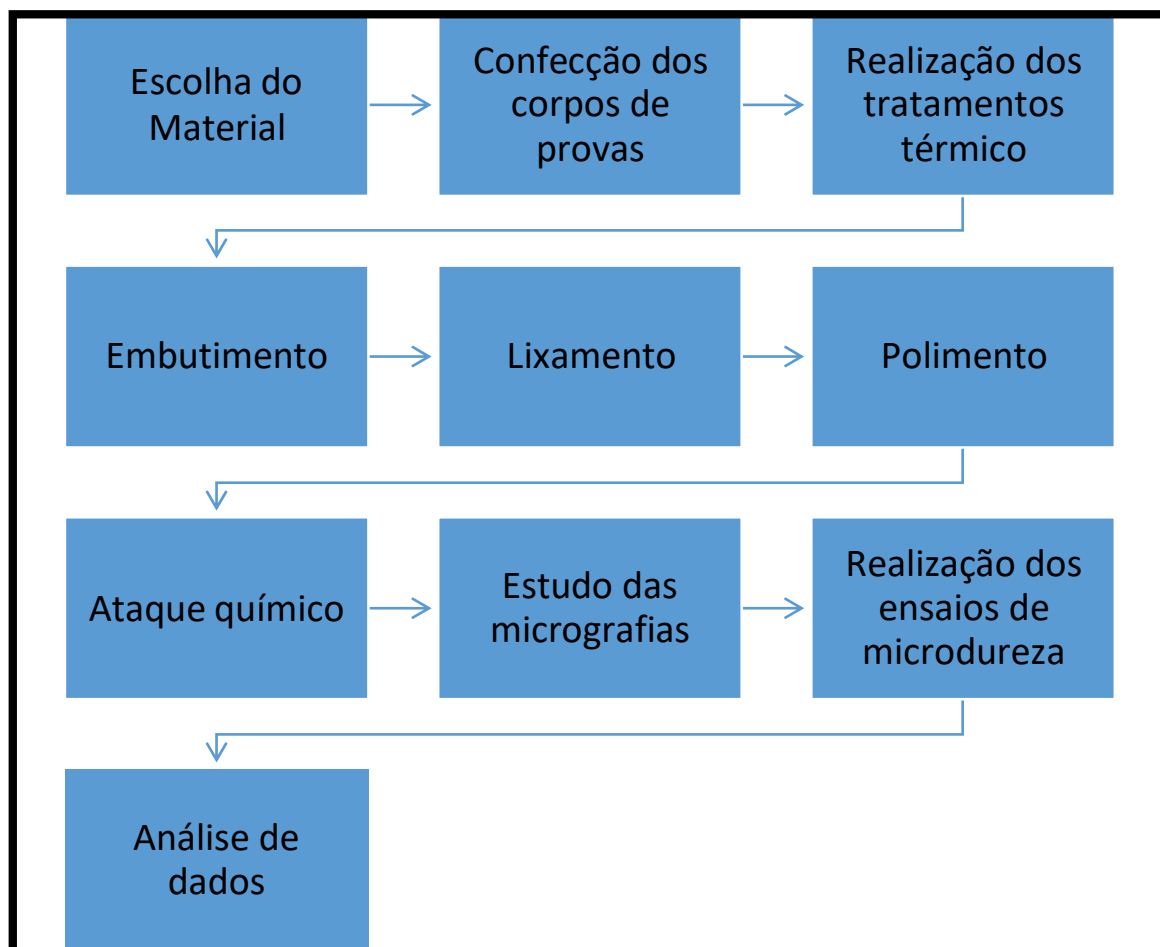
A metodologia desse trabalho pode ser acompanhada conforme o fluxograma da figura 1. O experimento desse trabalho foi realizado em nove etapas: escolha do material, confecção dos corpos de provas, realização dos tratamentos térmico, embutimento, lixamento, polimento, ataque químico, obtenção de micrografia, realização dos ensaios de microdureza e por último comparação dos dados.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AVALIAÇÃO MICROESTRUTURAL DA LIGA DE LATÃO C-360 SUBMETIDO A DIFERENTES TRATAMENTOS TÉRMICOS
Péricles dos Santos Bispo, Edilson Nunes Pollnow

Figura 1 – Fluxograma representando a metodologia utilizada no trabalho



Fonte: Elaborado pelo autor

Após escolher o latão C 360 para realizar esse trabalho, obteve-se uma barra redonda de latão C 360 de 12,7 mm de diâmetro por 500 mm de comprimento, conforme mostra a figura 2, tendo o objetivo de realizar dez amostras de 20 mm e dividir esse trabalho em três partes, tratamento térmico, metalografia e ensaio de dureza. A tabela 1 indica o nome das peças e como elas foram nomeadas de acordo com seus tratamentos térmicos.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AVALIAÇÃO MICROESTRUTURAL DA LIGA DE LATÃO C-360 SUBMETIDO A DIFERENTES TRATAMENTOS TÉRMICOS
Péricles dos Santos Bispo, Edilson Nunes Pollnow

Figura 2: Barra de Latão C 360 12,7x500 mm Comprada para experimento



Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 1 – Identificação das amostras

Amostra	Tratamento	Resfriamento
1	Normalização	Ar
2	Normalização	Ar
3	Normalização	Ar
4	Têmpera	Oleo
5	Têmpera	Oleo
6	Têmpera	Oleo
7	Têmpera	Agua
8	Têmpera	Agua
9	Têmpera	Agua
10	Nenhuma	Nenhuma

Fonte: Elaborado pelo autor



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AVALIAÇÃO MICROESTRUTURAL DA LIGA DE LATÃO C-360 SUBMETIDO A DIFERENTES TRATAMENTOS TÉRMICOS
Péricles dos Santos Bispo, Edilson Nunes Pollnow

2.1. Realização do tratamento térmico

Primeiro foi dividido a barra de latão em 4 partes, 3 partes com 10 cm para realizar o tratamento térmico e a última com 20 mm para retirada da amostra Base.

Com os 3 corpos de provas prontos, o próximo a passo realizado foi o tratamento térmico, onde um deles foi usado para normalização, um para têmpera em óleo e o último para têmpera em água. Após limpar as peças e aquecer o forno a uma temperatura de 800 °C, o material foi colocado dentro do forno e se manteve dentro dele por 60 minutos até homogeneizar a temperatura das peças.

Após a 60 minutos no forno seguimos com o primeiro tratamento térmico, a tempera com água, onde foram colocados 2 litros de água a temperatura de 25 °C em um recipiente metálico. Com todos os objetos já preparado foi retirado a peça do forno e colocada na água fazendo leves movimentos circulares por 60 segundos.

Com a finalização do primeiro tratamento térmico, foi realizado o segundo a tempera com óleo, foi colocado 2 litros de óleo 10W40 em um recipiente de metal, a amostra foi retirada do forno e mergulhada no óleo fazendo movimentos circulares por 60 segundos, até deixar ele descansar no óleo

Finalmente realiza-se o último tratamento térmico, a normalização, a peça foi retirada e colocada em um recipiente de metal. Esse recipiente foi deixando em repouso em uma estufa a com temperatura controlada com uma temperatura de 25 °C por aproximadamente 1 hora. A superfície da peça apresenta carepa devido à oxidação do material devido ao tratamento térmico.

2.2. Metalografia

As peças sofreram um corte transversal de 2 cm de altura, após o corte com os corpos de provas já preparados, segue-se para o processo de mistura dos acrílicos, a luva de tubulação foi usada para preparar o acrílico. A figura 3 podemos ver o material já curado e retirado do molde.

Figura 3: Amostras prontas e identificadas



Fonte: Elaborado pelo autor

2.3. Lixamento

O lixamento realizado com lixas de SiC, com resfriamento e lubrificação por água, cuja sequência das lixas foi de 120, 320, 600, e 1000, fundamentado no método apresentado por Colpaert

RECIMA21 - Ciências Exatas e da Terra, Sociais, da Saúde, Humanas e Engenharia/Tecnologia



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AVALIAÇÃO MICROESTRUTURAL DA LIGA DE LATÃO C-360 SUBMETIDO A DIFERENTES TRATAMENTOS TÉRMICOS
Péricles dos Santos Bispo, Edilson Nunes Pollnow

(2008). O propósito do lixamento foi de alcançar uma superfície plana, sem marcas de corte e de baixa rugosidade superficial. Abaixo são descritas as etapas. A peça foi lixada para frente e para trás para conseguir um desgaste uniforme; A cada etapa, a amostra foi girada 90.º; cada etapa terminou quando os riscos da etapa antecedente desapareceram, obtendo riscos em apenas uma direção; A numeração da lixa foi trocada sempre que os riscos da lixa anterior desapareciam; foi realizado acompanhamento em microscópio para averiguação da superfície, sempre lavando e secando a peça (Michels, 2018).

2.4. Polimento

Após o lixamento com lixa de numeração 1000, foi dado início ao polimento. Esse processo usou o abrasivo alumina 1µm na forma suspensa em água, aplicado sobre uma politriz de rotação regulável (FORTEL PLF). A amostra foi pressionada levemente sobre o disco e movimentada no sentido contrário à rotação. O processo terminou quando uma superfície especular e sem riscos aparentes foi obtida.

2.5. Ataque químico

Com as peças já lixadas e polidas seguimos para o ataque químico nas 10 peças. Foi realizado o ataque em laboratório para diagnosticar as fases alfas e betas que poderiam ser encontradas na peça. O composto utilizado foi o ácido clorídrico (10 ml de ácido clorídrico mais 2 gramas de cloreto de ferro e 40 ml de água destilada). O ataque foi feito por imersão de 6 segundos.

2.6. Análise metalográfica

Para a verificação das fases presentes após cada tratamento, bem como a influência que estes tratamentos tiveram sobre o tamanho de grão das amostras, foi realizada uma análise de microscopia óptica com o auxílio de um microscópio metalográfico.

Utilizaram-se as magnificações de 100, 200 e 400 X, tanto para a região localizada no centro da amostra, bem como na região mais superficial.

2.7. Ensaio de microdureza

O ensaio de microdureza Vickers consiste, sucintamente, na aplicação de um penetrador de diamante com um formato de piramidal, sendo suas dimensões conhecidas, com uma determinada força sobre a superfície do corpo de prova a ser analisado. Foi utilizado o Microdurometro Future Tech modelo FM-700. Através deste ensaio pode-se avaliar a microdureza da superfície do corpo de prova. Conforme a norma ASTM E384-11E1 (Standart Test Method for Knopp and Vickers of Materials). A carga utilizada foi de 0,1 kgf com a duração desta aplicação por 10s. Realizou-se 5 medições para cada amostra, englobando pontos ao longo de toda a amostra.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

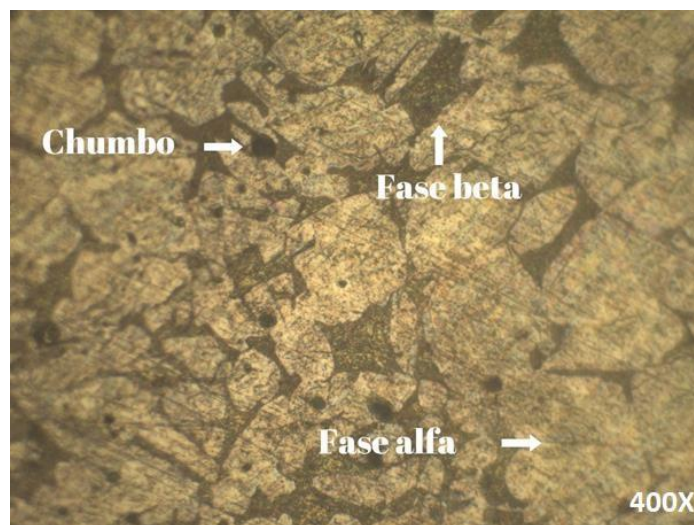
AVALIAÇÃO MICROESTRUTURAL DA LIGA DE LATÃO C-360 SUBMETIDO A DIFERENTES TRATAMENTOS TÉRMICOS
Péricles dos Santos Bispo, Edilson Nunes Pollnow

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Análise metalográfica

Conforme podemos visualizar na Figura 4 retirada de uma peça normalizada onde fica mais evidente as fases apresentadas. O Latão C 360 se caracterizam por uma fase α de coloração mais clara, normalmente com dureza inferior as demais, uma fase β , representação pela coloração mais escura, que comumente apresenta uma dureza superior e, inclusões de chumbo no formato de esferas escuras.

Figura 4: Identificação das fases presentes na amostra número 3 ampliada 400X



Fonte: Elaborado pelo autor

Podemos observar no Quadro 1, na primeira linha, as micrografias do núcleo das amostras normalizadas foram escolhidas as melhores imagens do tratamento térmico para realizar essa análise. Estas amostras foram normalizadas a 800 °C e resfriadas ao ar calmo. Em comparação com a amostra de controle (sem tratamento) podemos observar um crescimento do tamanho dos grãos, com a presença das fases α , β e as inclusões de chumbo conforme esperado. Em função do tamanho dos grãos, espera-se que a dureza tenha um leve decréscimo em relação à amostra de controle.

Seguindo ainda sobre o Quadro 1, observa-se nas amostras temperadas a óleo (4, 5 e 6) uma estrutura de grãos mais dendrítica, com percentual da fase α um pouco mais elevado que a fase β . Verifica-se também algumas ripas da fase α , devido principalmente a taxa de resfriamento moderada que impediu o correto crescimento dos grãos. Em função do percentual das fases, espera-se também que os valores de dureza tenham um declínio acentuado em relação à amostra de controle. É possível identificar também as inclusões de chumbo presentes na amostra.

Na terceira linha do Quadro 1, podemos observar as amostras 7,8 e 9, referentes ao tratamento de têmpera em água. Nestas amostras é possível verificarmos que em seu núcleo o volume da fase β é ligeiramente maior que a fase α . Isso nos dá indicativo de que a microdureza destas amostras devem ser ligeiramente superiores a das amostras temperadas em óleo e das



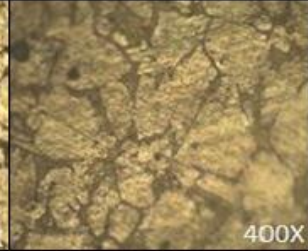
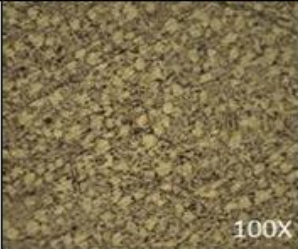
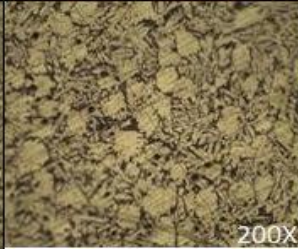
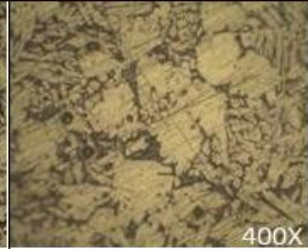
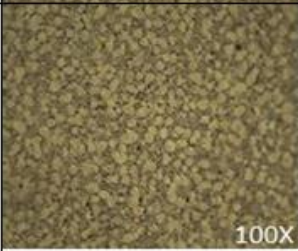
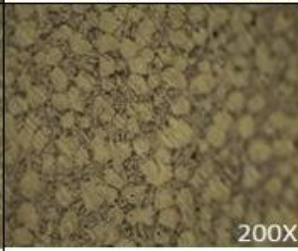
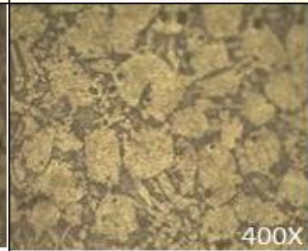
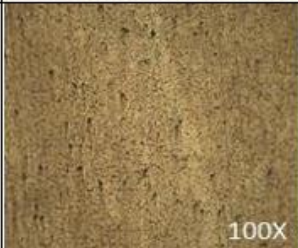
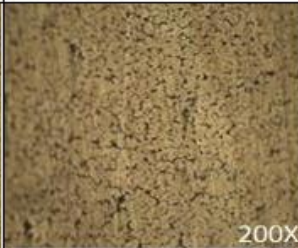
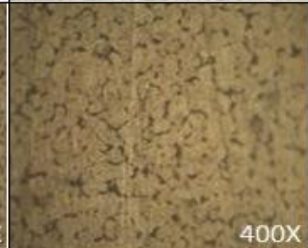


RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AVALIAÇÃO MICROESTRUTURAL DA LIGA DE LATÃO C-360 SUBMETIDO A DIFERENTES TRATAMENTOS TÉRMICOS
Péricles dos Santos Bispo, Edilson Nunes Pollnow

amostras normalizadas. É possível verificarmos também a presença de grão da fase α tanto no formato equiaxial como no formato de ripas. As diferentes morfologias destes grãos é resultado da interrupção abrupta do processo de recristalização, ocasionado pela forte perda de calor das amostras quando em contato com a água. Nota-se ainda pequenas inclusões de chumbo, porém em menor percentual em relação aos demais tratamentos.

Com relação à amostra de controle, visualizada no Quadro 1 na última linha, verificamos a estrutura típica da Liga de Latão C 360, com grão da fase β finamente dispersos em uma matriz α , além das habituais inclusões de chumbo em toda a matriz. Observa-se ainda um tamanho de grão bem pequeno com grande volume de contornos de grão, resultado este atribuído ao processamento de extrusão, o qual a amostra passou. Este tipo de processamento normalmente gera uma microestrutura com resistência mecânica superior.

Centro			
	100X	200X	400X
Normalização			
Têmpera/Óleo			
Têmpera/Água			
Amostra Controle			

Quadro 1: Micrografias para o núcleo das amostras

Fonte: Elaborado pelo autor



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AVALIAÇÃO MICROESTRUTURAL DA LIGA DE LATÃO C-360 SUBMETIDO A DIFERENTES TRATAMENTOS TÉRMICOS
Péricles dos Santos Bispo, Edilson Nunes Pollnow

No quadro 2, na primeira linha, as micrografias da superfície das amostras 1, 2 e 3. Verifica-se a presença das fases α , β e das inclusões de chumbo como esperado. De forma análoga às micrografias do núcleo, foi verificado um crescimento dos grãos. O crescimento é mais acentuado conforme a imagem se afasta da superfície em função da perda de calor ser menor em direção ao núcleo do que na superfície.

A superfície das amostras temperadas em óleo vistas no Quadro 2, segunda linha, apresentaram comportamento semelhante ao núcleo no que se refere ao percentual de fases, com ligeira vantagem para a fase α . Observa-se ainda uma microestrutura mais compacta da fase α na superfície em função de ser a região com mais perda de calor. Diversos pontos de inclusão de chumbo se apresentam nas micrografias.

Para a superfície das amostras temperada a água verifica-se uma camada compacta de óxidos na superfície. Além disso, semelhante ao que foi encontrado no núcleo, a presença da fase β se apresenta em maior potencial. Microestruturas equiaxiais e em morfologia de ripa também estão presentes.


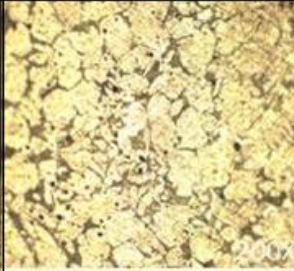
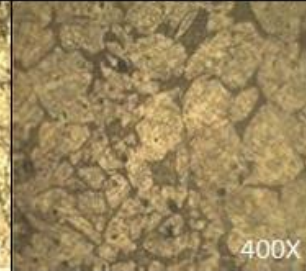
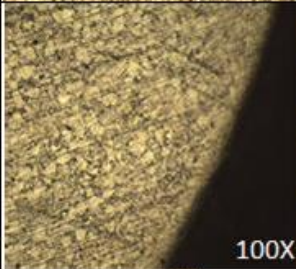
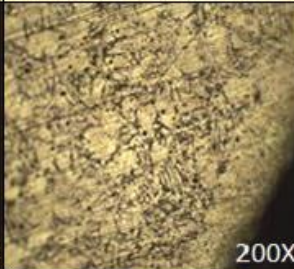
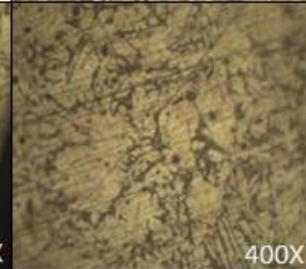
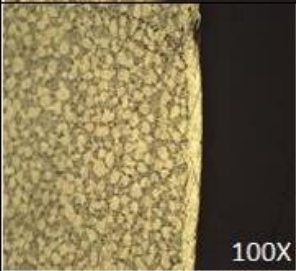

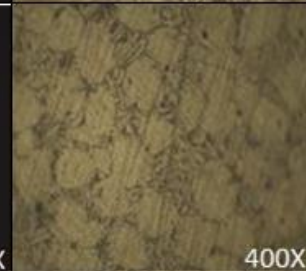
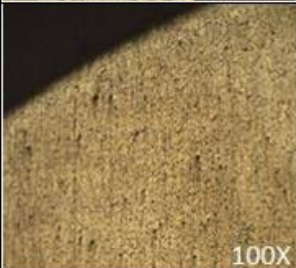


A amostra de controle, em sua superfície, apresentou mesmo comportamento do núcleo.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AVALIAÇÃO MICROESTRUTURAL DA LIGA DE LATÃO C-360 SUBMETIDO A DIFERENTES TRATAMENTOS TÉRMICOS
Péricles dos Santos Bispo, Edilson Nunes Pollnow

Quadro 2: Micrografias para a superfície das amostras

Superfície			
	100X	200X	400X
Normalização			
Têmpera/Óleo			
Têmpera/Água			
Amostra Controle			

Fonte: Elaborado pelo autor

3.2. Ensaio de microdureza vickers

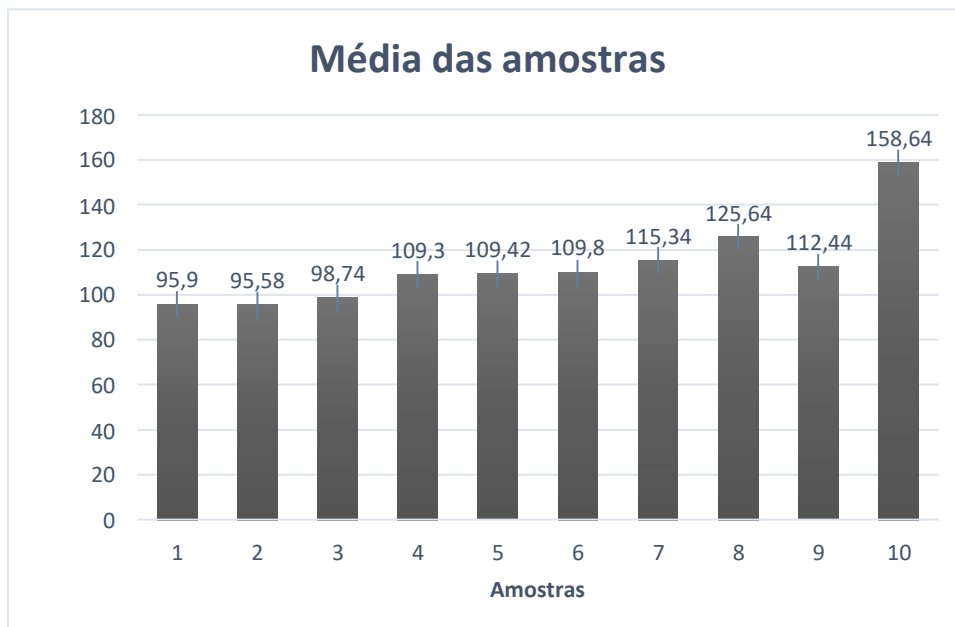
A Figura 5 mostra os resultados, pode-se verificar que a amostra 10 (controle), como já previsto tem a maior dureza. Seguida da tempera com água e da tempera com óleo. E como esperado, também as médias das peças normalizadas apresentam os menores valores entre todas.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AVALIAÇÃO MICROESTRUTURAL DA LIGA DE LATÃO C-360 SUBMETIDO A DIFERENTES TRATAMENTOS TÉRMICOS
Péricles dos Santos Bispo, Edilson Nunes Pollnow

Figura 5: Gráfico resultado Ensaio de microdureza



Fonte: Elaborado pelo autor

Conforme analisado anteriormente, temos a figura 6 para nos mostrar a média do ensaio de microdureza de cada tratamento térmico. Conforme a análise metalográfica, tem-se que na ordem de dureza, no primeiro lugar se encontra a amostra controle, segundo a têmpera feita a água, em terceiro a têmpera feita com óleo e por último a normalização.

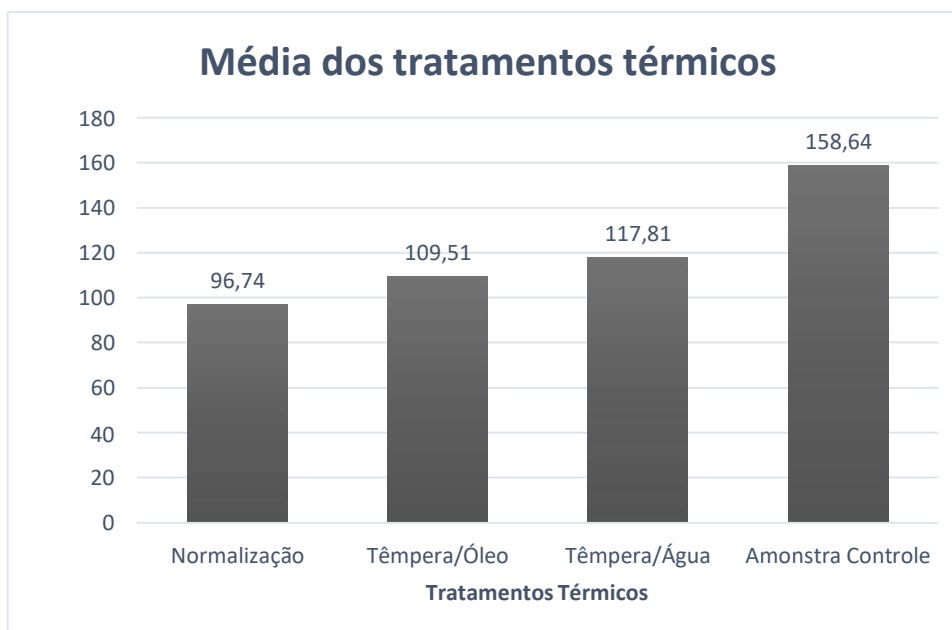
Os resultados de microdureza condizem com a metalografias, demonstrando que a amostra de controle em função de seu processamento possui os maiores valores de microdureza. Na sequência já era esperado valores de dureza maior das amostras temperadas em água em função da maior presença da fase β . A diferença de dureza das amostras temperadas em óleo para as amostras normalizadas é compreensível também em função do maior percentual da fase β da primeira em relação à segunda e, também, em função do maior número de contornos de grão, que normalmente elevam a resistência mecânica da peça.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AVALIAÇÃO MICROESTRUTURAL DA LIGA DE LATÃO C-360 SUBMETIDO A DIFERENTES TRATAMENTOS TÉRMICOS
Péricles dos Santos Bispo, Edilson Nunes Pollnow

Figura 6: Gráfico média dos tratamentos térmicos



Fonte: Elaborado pelo autor

4. CONSIDERAÇÕES

Após uma rica quantidade de dados, foi possível inferir a respeito dos tratamentos térmicos estudados para a liga de Latão C 360 que:

O Latão, conforme apresentado comercialmente, possui resistência bem elevada em função de uma microestrutura mais compactada, que é associada a sua forma de processamento que é por extrusão.

O tratamento de normalização apresentou uma microestrutura mais equiaxial, com grãos maiores em relação à amostra de controle. Em função desta microestrutura possuir grão maiores, também foi reduzida a resistência mecânica das peças, demonstrado pelos resultados de microdureza.

As peças temperadas em óleo apresentaram mudanças significativas em relação à amostra de controle, principalmente no percentual da fase α , ligeiramente superior à fase β . Essa diferença foi significativa a ponto de apresentar valores de microdureza intermediários.

Para as amostras temperadas em água, os valores de microdureza se mostraram superiores em relação às amostras temperadas em óleo e as amostras normalizadas. Essa superioridade foi gerada pela presença em maior número da fase β .

Todas as amostras tiveram comportamentos semelhantes do núcleo em relação à superfície.

Em todas as amostras é possível verificar a presença de inclusões de chumbo.

Com base em tudo que foi exposto, verifica-se diferenças significativas na microestrutura da liga de Latão C 360 em função dos tratamentos térmicos aplicados, e estas sugerem um ligeiro aumento de ductilidade desta liga.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AVALIAÇÃO MICROESTRUTURAL DA LIGA DE LATÃO C-360 SUBMETIDO A DIFERENTES TRATAMENTOS TÉRMICOS
Péricles dos Santos Bispo, Edilson Nunes Pollnow

REFERÊNCIAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM E8M-01**: Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials. [S. l.]: West Conshocken, 2001.

BRAGA, Arthur. **Ligas metálicas**. [S. l.: s. n.], 2018. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/93420173/Ligas-metalicas>. Acesso em: 2 jun. 2019.

CARDOSO, Mayara. **Latão**. [S. l.: s. n.], 2014. Disponível em: <https://www.infoescola.com/quimica/latas>. Acesso em: 10 mar. 2019.

CIMM. **Princípios**: Tratamento de Têmpera e suas variações - Têmpera, austêmpera, martêmpera. [S. l.]: CIMM, 2012. Disponível em: https://www.cimm.com.br/portal/material_didatico/6443principiostratamentodetemperaesusvariacoestemperaaustemperamartempera#.XWxRpyhKhPZ. Acesso em: 1 set. 2019.

CIMM. **Teste da Microdureza**. [S. l.]: CIMM, 2012. Disponível em: https://www.cimm.com.br/portal/material_didatico/6560-teste-da-microdureza#.XNGKW45KjIV. Acesso em: 2 maio 2019.

DUBRONZE. Quais as principais características do latão em relação a outros metais. **DUBRONZE**, 5 fev. 2018. Disponível em: <http://dubronze.com.br/789-2/>. Acesso em: 10 mar. 2019.

FELISBERTO, Giullyanno. **Ligas Metálicas**. [S. l.: s. n.], 2014. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/giullyannofelisberto/ligas-metalicas-metais>. Acesso em: 25 abr. 2019.

FERMAC TRATAMENTO TÉRMICO. **Tratamento Térmico**: Têmpera - Processo de Tratamento Térmico. [S. l.: s. n.], 2011. Disponível em: <http://tratamentotermico.com/tempera.html#targetText=T%C3%A9mpera%20%C3%A9%20um%20processo%20de%20metal%20numa%20fase%20chamada%20austenitiza%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 1 set. 2019.

FERNANDES, Rodrigo. **O Que é Metalografia**. [S. l.: s. n.], 2013.

GALEGO, Daniella. **Ligas**. [S. l.: s. n.], [200-]. Disponível em: <https://www.coladaweb.com/quimica/quimica-geral/ligas>. Acesso em: 13 mar. 2019.

GELSONLUZ. **Ensaio de Tração**. [S. l.: s. n.], 2017. Disponível em: <https://www.materiais.gelsonluz.com/2017/10/ensaio-de-tracao.html>. Acesso em: 25 abr. 2019.

GELSONLUZ. **Tratamento térmico de normalização**. [S. l.: s. n.], 2017. Disponível em: <https://www.materiais.gelsonluz.com/2017/12/tratamento-termico-de-normalizacao.html>. Acesso em: 13 mar. 2019.

GOMES, M. R.; BRESCIANI FILHO, E. "**Propriedades e Usos de Metais Não-ferrosos**". São Paulo: Ed. ABM, 1987. capítulo 3.

INFOMET. **Latão**: binário, com chumbo e com estanho. [S. l.]: Infomet, 2013. Disponível em: <https://www.infomet.com.br/site/metais-e-ligas-conteudo-ler.php?codAssunto=63>. Acesso em: 4 jun. 2019.

INFOMET. **Tratamentos térmicos e recristalização**. [S. l.]: Infomet, 2015. Disponível em: <https://www.infomet.com.br/site/metais-e-ligas-conteudo-ler.php?codAssunto=69>. Acesso em: 14 ago. 2019.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AVALIAÇÃO MICROESTRUTURAL DA LIGA DE LATÃO C-360 SUBMETIDO A DIFERENTES TRATAMENTOS TÉRMICOS
Péricles dos Santos Bispo, Edilson Nunes Pollnow

LABORATORIOS TORK. **Ensaio de Dureza**. [S. l.]: Laboratorios Tork, [200-]. Disponível em: <https://laboratorios-tork.com.br/servicos/testes-em-materiais/ensaio-de-dureza-e-microdureza/>. Acesso em: 25 abr. 2019

MACHADO, Izabel. **Tratamento térmico e de Superfície**. [S. l.: s. n.], [2015]. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/18599381/tratamentos-termicos>. Acesso em: 15 mar. 2019.

MATESO, Vita. **Nos latões com teores de zinco mais elevados, acima de 35 % e chegando até 40 %, ocorre a presença de fase beta**. 2006. 124 p. Dissertação (Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais) - Discente, Porto Alegre, 2006.

MECÂNICA INDUSTRIAL. **Tratamento Térmico**. [S. l.]: Mecânica Industrial, [2011]. Disponível em: <https://www.mecanicaindustrial.com.br/27-tratamento-termico/>. Acesso em: 26 mar. 2019.

MICHELS, Carolina. **Avaliação da influência da viscosidade de óleos minerais e sintéticos como meio de têmpera na microestrutura do aço SAE 2018**. 61f. Monografia (Engenharia Mecânica) - Discente, Dourados, 2018.

PAVOSKI, Anderson; DE JESUS, Carlo Magno; RIBEIRO, Rodrigo. **Diagrama tensão-deformação, diagrama fe-c para aços e ferro fundido, fratura e fadiga**. 2009. Dissertação (Técnico Em Projetos Mecânicos) - Discente, [S. l.], 2009.

PERALTA, Lara. **Tratamento térmico no latão**. [S. l.: s. n.], 2016. Disponível em: <https://slideplayer.com.br/slide/9287348>. Acesso em: 10 mar. 2019.

PHILIPS, A. **Metais e Ligas Não Ferrosas**. Rio de Janeiro: Instituto Militar de Engenharia (IME), 1971.

PLASMETAL. **Latão e suas ligas**. [S. l.]: Plasmetal, [2005]. Disponível em: <http://www.plastmetal.com.br/saiba-mais-produto/66>. Acesso em: 10 mar. 2019.

PORTO, Ana Beatriz Rodrigues; MATOS, Cintia da Silva; OLIVEIRA, Karymme Mayara Barbosa. **Solidificação ligas de chumbo**. 2017. 18 p. Dissertação (Graduação Engenharia de Materiais) - Discente, Ananindeua, 2017. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/42606780/pesquisa-sobre-chumbo-processo-metalurgico>. Acesso em: 13 set. 2019.

SENAI. **Materiais Metálicos e Não Metálicos**. Espírito Santo: Senai, 2015.

SENAI. **Tratamento térmico**. São Paulo: Telecurso profissionalizante 2000. p. 3-4. Disponível em: http://docente.ifsc.edu.br/claudio.schaeffer/material/2_Mecat%C3%B4nica/Materiais_1_Meca_2/Apostila_%20Tratamento_Termico_Complementar.pdf. Acesso em: 14 ago. 2019.

SOUZA, André; COSTA, Flávio; ANTÔNIO, Francisco. **Tratamentos térmicos dos aços**. 2015. Dissertação (Técnico em mecânica) - Discente, Ceará, 2015.

SPLABOR. **Ácido Clorídrico 37% P.A.-A.C.S (1190g) – SYNTH (Produto Controlado pela Polícia Federal)**. São Paulo: SPLABOR, [20--]. Disponível em: <http://www.splabor.com.br/produto/acido-cloridrico-37-p-a-a-c-s-1190g-synth-produto-controlado-pela-policia-federal/>. Acesso em: 18 set. 2019.

TSCHIPTSCHIN, André. **Metalografia e tratamento térmico do cobre e suas ligas**. São Paulo; [s. n.], 2017. Disponível em: <https://docplayer.com.br/48687796-Metalografia-e-tratamento-termico-do-cobre-e-suas-ligas.html>. Acesso em: 20 ago. 2019.