

**FACULDADE DE ENGENHARIA**  
**Departamento de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial**

**PROGRAMA PRODEP**

**Medida 4.3**

**Acção de formação nº4**

**RELATÓRIO FINAL**

**" INFLUÊNCIA DOS ELEMENTOS DE LIGA NA  
RESISTÊNCIA À DEZINCIFICAÇÃO DAS LIGAS CuZn 40 "**

**Por**

**Luis Manuel Tão de Sousa Barros**

**Porto e FEUP, 30 de Setembro de 1993**

REPUBLICA DE CHILE

Ministerio de Educación y Recreación

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN

Subsecretaría

Departamento de Formación

REGISTRO NACIONAL

MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y RECREACIÓN

REGISTRO NACIONAL DE NÚMEROS DE IDENTIFICACIÓN

Por

El Presidente de la Junta Nacional

M

621(0973)/LEM1992/BARR  
01 10 09

Por el Presidente de la Junta Nacional

## PARECER

O aluno finalista do Curso de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial **LUIS MANUEL TÃO DE SOUSA BARROS**, realizou no INEGI, no âmbito do programa PRODEP, medida 4.3/7/7/92/93, um estágio cujo trabalho se encontra descrito no relatório apresentado com o título **"Influência dos elementos de liga na resistência à dezincificação das ligas CuZn 40"**

Durante a execução do conjunto de tarefas que lhe foram atribuídas, o referido estagiário atingiu os objectivos que lhe foram propostos, mostrando ter conhecimentos adequados e empenho.

Face à qualidade do trabalho produzido cumpre-me informar que o estágio realizado se revestiu de grande interesse para a formação de alunos, como futuros engenheiros.

Porto, 27 de Dezembro de 1993

O Supervisor





**INEGI** instituto de  
engenharia mecânica  
e gestão industrial

Faculdade de Engenharia

Rua dos Bragas • 4099 PORTO CODEX • PORTUGAL  
Telef. (02) 311254 • Telex 27323 FEUP P • Fax 319125

Instalações Laboratoriais e Administrativas

R. do Barroco, 174/214 • 4465 S. Mamede de Infesta • PORTUGAL  
Telef. (02) 9537348 (4 Linhas) • Fax (02) 9537352

## PARECER

O aluno finalista do Curso de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial **LUIS MANUEL TÃO DE SOUSA BARROS**, realizou no INEGI, no âmbito do programa PRODEP, medida 4.3/7/7/92/93, um estágio cujo trabalho se encontra descrito no relatório apresentado com o título **"Influência dos elementos de liga na resistência à dezincificação das ligas CuZn 40"**

Durante a execução do conjunto de tarefas que lhe foram atribuídas, o referido estagiário atingiu os objectivos que lhe foram propostos, mostrando ter conhecimentos adequados.

Face à qualidade do trabalho produzido cumpre-me informar que o estágio realizado se revestiu de grande interesse para esta instituição.

Porto, 27 de Dezembro de 1993

O Supervisor

# INDICE

|                                                                                | PÁG. |
|--------------------------------------------------------------------------------|------|
| ABREVIATURAS .....                                                             | 1    |
| 1- INTRODUÇÃO : OBJECTIVOS .....                                               | 2    |
| 2- ENQUADRAMENTO DOS LATÕES EM ESTUDO .....                                    | 3    |
| 2.1- MICROESTRUTURA .....                                                      | 5    |
| 2.2- ELEMENTOS DE LIGA .....                                                   | 7    |
| 2.3- TRATAMENTOS TÉRMICOS .....                                                | 9    |
| 3- DEZINCIFICAÇÃO .....                                                        | 11   |
| 4- ENSAIO DE DEZINCIFICAÇÃO .....                                              | 14   |
| 5- MICROESTRUTURAS .....                                                       | 16   |
| 6- RESULTADOS EXPERIMENTAIS OBTIDOS .....                                      | 17   |
| 7- CONCLUSÕES GERAIS .....                                                     | 24   |
| 7.1- DEZINCIFICAÇÃO EM SEDES DE TORNEIRAS .....                                | 24   |
| 7.1.1- ANÁLISE FRACTOGRÁFICA .....                                             | 24   |
| 7.1.2- ANÁLISE METALOGRÁFICA .....                                             | 24   |
| 7.1.3- CONCLUSÕES .....                                                        | 25   |
| 7.2- EFEITOS DOS TRATAMENTOS TÉRMICOS NA<br>RESISTÊNCIA À DEZINCIFICAÇÃO ..... | 26   |
| 7.2.1- CONCLUSÕES .....                                                        | 26   |

|                     | PÁG. |
|---------------------|------|
| 8- CONCLUSÕES ..... | 28   |
| BIBLIOGRAFIA .....  | 31   |
| ANEXO 1 .....       | 33   |

## ABREVIATURAS

LTD- Latão fornecido tipo D.- Lingote.

LTE- Latão fornecido tipo E.-Lingote.

LEVZ1- Latão tipo E - 1º vazamento.

LEVZ2- Latão tipo E - 2º vazamento.

LFMs 60- Latão fornecido tipo Ms60.- Lingote.

LT- Tubo com dezincificação.

## **1- INTRODUÇÃO : OBJECTIVOS.**

Pretende-se com o presente estudo , dar uma contribuição , para melhor compreensão da influência dos elementos de liga na resistência à dezincificação das ligas Cu-Zn40.

Para tal , foi efectuado um estudo em três tipos de latões , que se passam a indicar :

- Latão tipo D.
- Latão tipo E.
- Latão tipo Ms 60.

Foi também fornecido um tubo com dezincificação , para observação e para um primeiro contacto com o processo .

Por último , é de referir que só o latão fornecido tipo E , tinha duas variantes :

- 1º vazamento , efectuado em coquilha à temperatura ambiente .
- 2º vazamento , é posterior ao primeiro , sem que a coquilha tenha sido arrefecida .

## 2- ENQUADRAMENTO DOS LATÕES EM ESTUDO .

Para iniciar o estudo proposto , é necessário reunir o número máximo possível de dados sobre o material fornecido .

Desta forma apresenta-se um quadro com a composição química do material , que acompanhava este , quando do seu fornecimento .

| %       | Cu    | Ni    | Pb   | Mn    | Fe    | Sn    | Al    | Si    | As    | Sb    | Bi    | P    | Zn    |
|---------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| LFD     | 60,48 | 0,081 | 1,92 | <0,01 | 0,182 | 0,317 | 0,552 | 0,002 |       | 0,001 | 0,003 | 0,01 | 36,32 |
| LFE     | 60,32 | 0,67  | 1,8  | 0,065 | 0,69  | 0,66  | 0,56  | 0,05  |       |       |       |      | 35,22 |
| LFMs 60 | 60,48 | 0,081 | 1,92 | <0,01 | 0,182 | 0,317 | 0,552 | 0,002 | 0,149 | 0,001 | 0,003 | 0,01 | 36,32 |

QUADRO 1- Composição química do material fornecido .

- Os valores da composição química dos latões tipo E , são valores médios , dado que foram fornecidas duas composições químicas , equivalentes a duas análises .

- Além da sua composição química também foi fornecida a sua dureza que é :  
HRB = 54 .

A especificação dos latões quanto à sua característica química é dada pela NF A 53-703 , que fixa as composições químicas destes correspondente à sua composição média .

Estas composições químicas são apresentadas no quadro seguinte .

| Désignation et mode d'obtention | Composition chimique, pour cent |           |         |         |        |         |        |         |        |        |
|---------------------------------|---------------------------------|-----------|---------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|--------|
|                                 | Cu                              | Zn        | Al      | Pb      | Sn     | Fe      | Ni     | Mn      | Si     | P      |
| CuZn19Al6 Y20                   | 60,0-66,0                       | 18,0-25,0 | 5,0-7,5 | ≤ 0,10  | ≤ 0,10 | 2,0-3,0 | ≤ 1,0  | 2,5-4,0 | –      | –      |
| CuZn23Al4 Y20                   | 60,0-66,0                       | 20,0-27,0 | 3,0-5,0 | ≤ 0,20  | ≤ 0,20 | 1,5-3,0 | ≤ 2,5  | 2,5-4,0 | –      | –      |
| CuZn30AlFeMn Y40                | 59,0-67,0                       | le reste  | 1,0-2,5 | ≤ 1,50  | ≤ 0,30 | 0,5-2,0 | ≤ 2,5  | 1,0-3,5 | ≤ 1,0  | –      |
| CuZn33Pb Y20                    | 65,0-70,0                       | le reste  | ≤ 0,10  | ≤ 1,80  | ≤ 0,80 | ≤ 0,50  | ≤ 0,50 | ≤ 0,20  | ≤ 0,05 | ≤ 0,05 |
| CuZn40 Y30                      | 59,0-63,0                       | le reste  | 0,2-0,8 | 0,5-2,0 | ≤ 0,70 | ≤ 0,50  | ≤ 0,80 | ≤ 0,50  | ≤ 0,05 | –      |
| CuZn40 Y40                      | 59,0-63,0                       | le reste  | ≤ 0,20  | 0,5-2,0 | ≤ 0,70 | ≤ 0,50  | ≤ 0,80 | ≤ 0,50  | ≤ 0,20 | –      |

## QUADRO 2- Norma que fixa a composição química dos latões . [9]

Através duma análise comparativa , podemos verificar , em relação ao latão fornecido tipo E , que o seu teor em ferro ultrapassa os limites máximos estabelecidos pela presente norma .

Como notas salientes , à ainda a registar que :

- O latão E possui um alto teor em níquel , em comparação com os restantes latões .
- O latão E possui um teor em manganês superior aos outros latões .
- O latão E possui um teor em estanho superior aos outros latões ( cerca do dobro ) .
- A única diferença na composição química entre os latões D e Ms 60 , é que os latões Ms 60 possuem arsénio , sendo a restante composição química idêntica aos latões D .

**NOTA :** O Arsénio , aumenta muito a resistência à dezincificação .

## 2.1- MICROESTRUTURA .

O diagrama de equilibrio das ligas Cu-Zn , permite constatar a existência de quatro fases , nomeadamente  $\alpha$  ,  $\beta$  ,  $\beta'$  , e  $\gamma$  sendo esta última de reduzido interesse na prática .

A fase alfa (  $\alpha$  ) é uma solução sólida de zinco no cobre com uma estrutura cúbica de faces centradas , muito dúctil , com aproximadamente 0 a 39 % de zinco a uma temperatura máxima de 454° C .

A fase beta (  $\beta$  ) é também uma solução sólida de zinco no cobre mas com uma ordem cúbica de corpo centrado , desordenada , onde os átomos de cobre e zinco se posicionam aleatoriamente , nos vértices ou nos centros das células unitárias .

A fase  $\beta'$  é uma variedade ordenada de  $\beta$  . Nesta configuração ordenada os átomos de cobre ou de zinco posicionam-se , nos vértices dos cubos de uma maneira tal que formam um sistema de cubos entrelaçados .

A fase  $\gamma$  tem uma estrutura complexa , sendo tão frágil que , exceptuando as ligas de brasagem , as ligas contendo esta fase não têm importância comercial .

Com base no diagrama de equilibrio , os latões podem-se dividir em dois importantes grupos :

- 1- Os latões  $\alpha$  com uma estrutura  $\alpha$  e contendo até aproximadamente 35 % Zn .

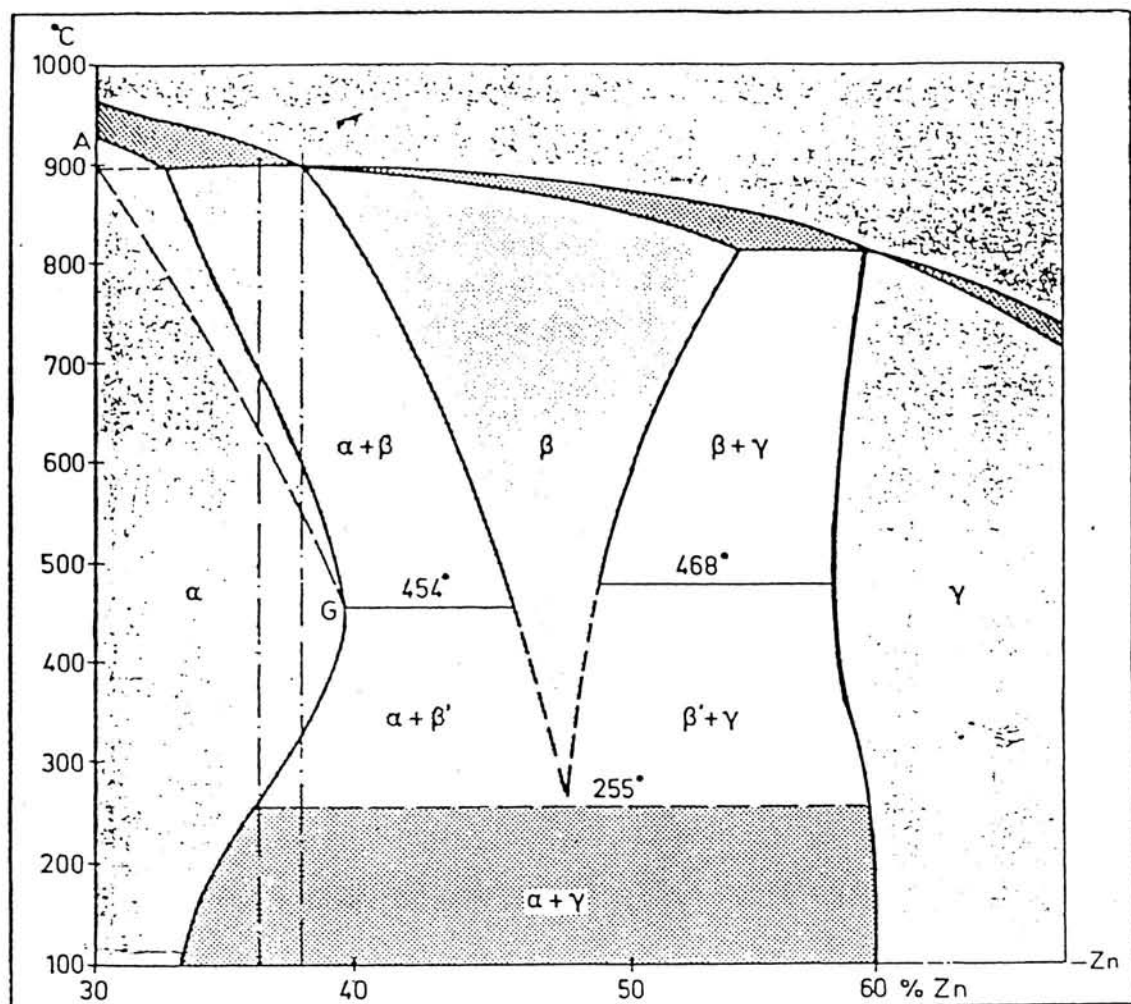


FIG. 1- Diagrama de equilíbrio das ligas Cu-Zn . [6]

2- Os latões  $\alpha+\beta$  com uma estrutura bifásica , os quais são na maioria dos casos baseados numa composição 60 % de Cu - 40 % de Zn .

A estrutura de um latão não depende contudo sómente do teor em zinco .

Também depende de :

- Elementos de liga presentes .
- História térmica durante o arrefecimento .

## 2.2- ELEMENTOS DE LIGA .

O diagrama de equilibrio Cu-Zn modifica-se quando se acrescentam elementos de liga .

Neste ponto serão feitas considerações , que são tidas como importantes .

Vejamos então a influência dos elementos de liga , que vêm com um coeficiente  $k$  atribuído , que traduzirá a sua influência na formação de uma maior quantidade de fase  $\alpha$  ( elemento alfa ) , ou fase  $\beta$  ( elemento beta ) .

### **NÍQUEL $K = - 1,2$**

Elemento alfa e afinador de grão . Aumenta de um modo apreciável as propriedades de resistência ( 10 % para 1 % de Ni ) .

### **CHUMBO $K = 0$**

Elemento alfa . Melhora a maquinagem , mas para teores acima de 1,8 % aumenta o risco de rechupes .

### **MANGANÊS $K = 0,5$**

Elemento alfa . Aumenta as propriedades de resistência e resistência à corrosão por água salgada .

### **FERRO $K = 0,9$**

Elemento alfa . A sua solubilidade no latão é aproximadamente 1 % . A resistência à corrosão do latão decresce à medida que aumenta o seu teor . Com aproximadamente 0,5 % , formam-se gretas e inclusões duras nas peças . Em conjunto com o Si , Mn e Ni actua como afinador de grão .

## **ESTANHO K= 2**

Aumenta a dureza ( formador da fase  $\alpha$  ) e a resistência à corrosão , particularmente contra a água salgada . A sua solubilidade mínima é aproximadamente 1 % para cerca de 64 % de Cu . A solubilidade aumenta com o crescente teor em cobre na fase  $\alpha$  e com o decrescente teor em cobre na fase  $\beta$  . O estanho enriquece-se na fase  $\beta$  .

## **ALUMINIO K= 6**

Melhora a fluidez e a resistência à oxidação a altas temperaturas . Aumenta a quantidade de fase  $\beta$  nas peças . O alumínio enriquece-se na fase  $\beta$  .

## **SILÍCIO K= 10**

Melhora a fluidez e aumenta mais do que qualquer outro elemento de liga a fase  $\beta$  .

Aumenta a resistência à corrosão .

## **MAGNÉSIO**

A sua solubilidade é muito baixa . Com cerca de 0,2 % as propriedades mecânicas pioram muito . Pode-se empregar como desoxidante para o latão em coquilha , contudo o seu teor não deve exceder 0,02 % .

## **FÓSFORO**

Aumenta a fluidez . Bloqueia o dezincificado . Teores acima de 0,03 % fragilizam a peça .

Conforme vimos há elementos que favorecem a formação de fase  $\alpha$  , e outros favorecem a fase  $\beta$  .

A influência que estes elementos têm na formação de fase  $\alpha$  ou fase  $\beta$  está relacionada com o modo como os latões resistem ou não à dezincificação .

Os " K's " permitem-nos efectuar um cálculo , resultando o Título Fictício em cobre , que nos dá uma ideia do modo como estão situados os diferentes latões no diagrama de equilibrio .

$$\text{Cu t.f.} = \text{Cu} * 100 / (100 + X * (k - 1))$$

### 2.3- TRATAMENTOS TÉRMICOS

É referido em relatórios anteriores [2] , que a resistência à dezincificação das ligas Cu-Zn está associada à composição química da liga e à microestrutura da mesma após arrefecimento no molde .

Arrefecimentos lentos após desmoldação são referidos em [2] como promovendo uma maior percentagem da fase  $\alpha$  e portanto uma maior resistência à dezincificação .

Contudo estes arrefecimentos só implicam uma maior quantidade da fase  $\alpha$  se a sua composição estiver entre as duas linhas verticais a traço ponto existentes no diagrama da figura 1.

Para os latões à direita do ponto G , só se poderá obter uma percentagem de  $\alpha$  máxima através de arrefecimentos lentos até 454° C . Os estágios a 454° C seguidos de arrefecimentos rápidos também garantirão percentagens máximas de fase  $\alpha$  , o que poderá teoricamente proporcionar uma melhor resistência à dezincificação .

Numa peça fundida , se o teor de fase  $\beta$  à temperatura ambiente é de 20 % , pode tratar-se térmicamente até à fase  $\alpha$  pura , conseguindo assim uma completa protecção contra a dezincificação .

O problema assenta no tempo de tratamento térmico , que se prolonga mais de 16 h a 450° C ou ainda mais com qualquer outra temperatura [6] .

Um método mais prometedo é reduzir a quantidade de  $\beta$  a uma quantidade finamente distribuída de 5 a 10 % de fase  $\beta$  , por meio de um arrefecimento lento numa caixa isolada após vazamento da peça . Como a fase  $\beta$  se mantém isolada do grão  $\alpha$  , a fase  $\alpha$  impedirá a fase  $\beta$  de dezincificar-se [6] .

A morosidade dos tratamentos é devida ao facto da difusão do zinco no cobre ser muito difícil .

Tratamentos térmicos efectuados em relatórios anteriores [2] , mostram que num aquecimento à temperatura de 454° C , temperatura para a qual é máxima a solubilidade do zinco no cobre , seguido de um estágio a esta temperatura durante 24 h e um arrefecimento rápido em água , resultaram , na maior parte dos latões estudados , num aumento da fase  $\alpha$  .

Debrucemo-nos agora um pouco sobre o mecanismo de dezincificação associado aos latões .

### 3- DEZINCIFICAÇÃO

A dezincificação é um fenómeno de corrosão pertinente nos latões .

Todas as ligas de Cu-Zn , tanto trabalhadas como de fundição , com mais de 15% de Zn estão sujeitas à dezincificação .

O processo começa por ser electroquímico , devido a uma grande diferença de potenciais entre a fase  $\alpha$  ( com maior teor em cobre ) e a fase  $\beta$  ( com maior teor em zinco ) .

Como o zinco é mais electronegativo que o cobre , as duas áreas  $\alpha$  e  $\beta$  formam um par microgalvânico de que resulta a perda de massa do microelemento menos nobre ( a fase  $\beta$  ) .

Esta perda de massa pode ser incrementada pela adição de elementos de liga que separam ainda mais a fase  $\alpha$  e  $\beta$  em termos de electronegatividade ( o Mg e Al são elementos muito electronegativos ) .

A reacção consiste então numa remoção selectiva de zinco da fase  $\beta$  deixando como resíduo uma massa porosa de cobre (  $\alpha$  ) .

Por vezes o mecanismo é outro , havendo dissolução da própria fase  $\alpha$  , visto que os latões  $\alpha$  também estão sujeitos ao fenómeno , aparecendo cobre depositado de forma não coerente .

São apontadas na literatura especializada duas formas de dezincificação :

- Dezincificação em camada ( layer type ) .
- Dezincificação alveolar ( plug type ) .

No primeiro tipo ( layer type ) as áreas do metal atacado estão cobertas de um depósito de cobre , apontando-se como factores favoráveis a este tipo de dezincificação as altas temperaturas e as baixas velocidades de água ou outro fluido .

O segundo tipo ( plug type ) envolve alvéolos contendo cobre poroso que por remoção levam a penetrações no latão ou mesmo fugas .

A dezincificação de ambos os tipos é inibida quase completamente nos latões  $\alpha$  por pequenas adições de Arsénio ( 0,02 a 0,06 % ) , mas para latões  $\alpha+\beta$  o Arsénio ( < 0,02 % ) parece ser muito menos eficiente .

Nas ligas bifásicas (  $\alpha+\beta$  ) há um ataque selectivo da fase  $\beta$  bem como dissolução do zinco sendo possível tão sómente uma inibição parcial através da adição de 1 % de Sn ( o latão CuZn 39 Sn 1 embora bifásico é menos sujeito à dezincificação que o CuZn 40 ) .

A adição de elementos de liga nos latões para fundição tem como objectivo , melhorar as suas propriedades mecânicas e de resistência à dezincificação ( diminuindo a fase  $\beta$  ) não descurando a sua aptência à fundição .

Para ilustrar o processo de dezincificação apresenta-se duas fotografias do tubo fornecido .

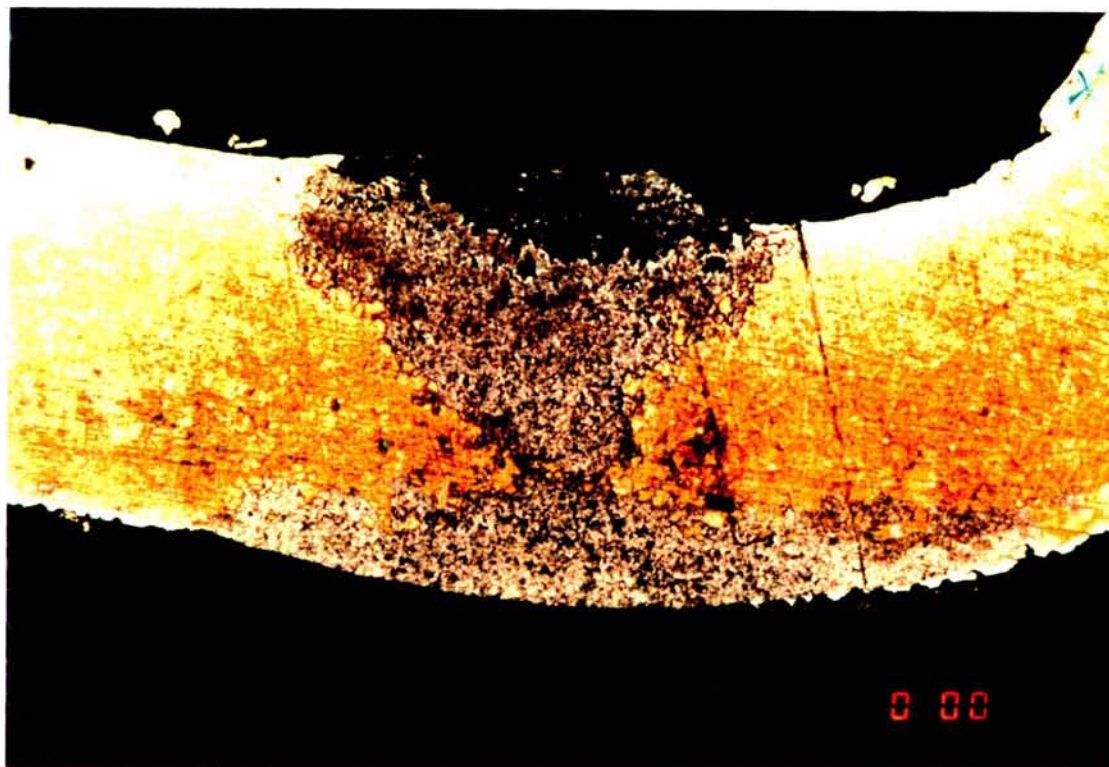


FIG. 2- Fotografia de LT com dezincificação . A 57.5x

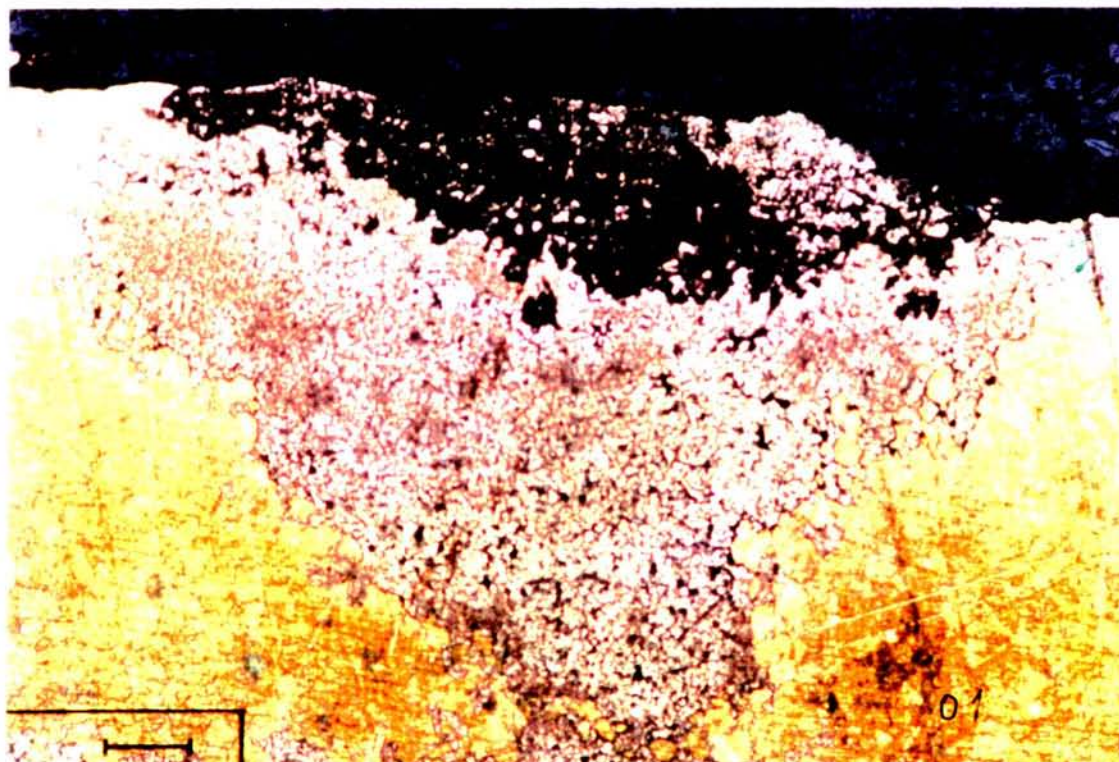


FIG.3- Fotografia de LT com dezincificação . A 115x .

#### 4- ENSAIO DE DEZINCIFICAÇÃO .

Para se efectuar o ensaio de dezincificação , é necessário cortar os vários tipos de latão fornecido , em áreas de aproximadamente 100 mm , efectuar a sua montagem numa resina reforçada com fibra de vidro , vulgarmente conhecida por RESINA 4 , sendo o restante material um fenólico de moldação , e por último efectuar o polimento das referidas amostras , cuja sequência vem indicada na figura 4 .

| BASE            | papel SiC |     |      |      | DP-MOL | AP<br>CHÊM |     |
|-----------------|-----------|-----|------|------|--------|------------|-----|
| TAMANHO DE GRÃO | 320       | 800 | 1200 | 4000 | 3 μm   | 1 μm       |     |
| LUBRIFICANTE    | água      |     |      |      | rosa   | rosa       |     |
| VELOCIDADE      | 300       |     |      |      | 150    | 150        |     |
| FORÇA           | 3         |     |      |      | 4      | 2          | 1   |
| TEMPO           | até plano | 1   |      |      | 2/4    | 5/8        | 3/5 |

FIG.4- Polimento do latão .

Após o polimento efectuado , foi realizado o ensaio de dezincificação de acordo com a norma ISO 6509 , cujo esquema vem apresentado na figura 5 .

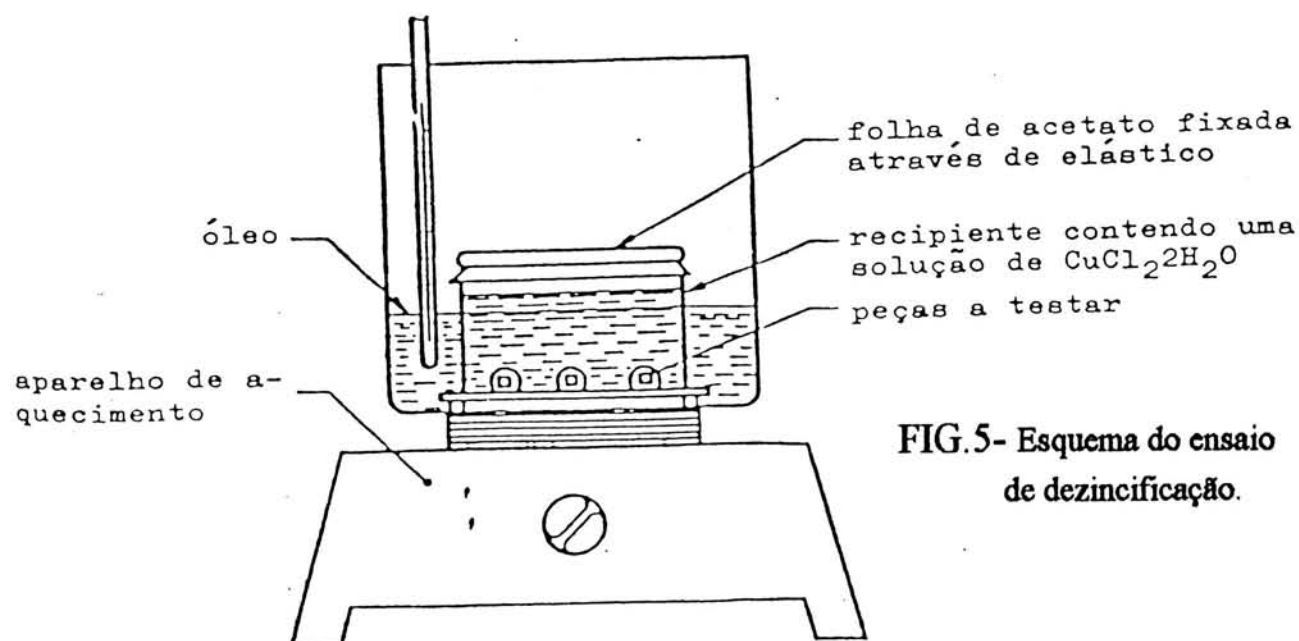


FIG.5- Esquema do ensaio de dezincificação.

As amostras foram montadas , por forma a garantir uma distância de cerca de 15 mm entre o fundo do recipiente , contendo uma solução de 12,7 gr de  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  em água até perfazer 1000 ml , e a amostra .

As amostras foram limpas com álcool e em seguida mergulhadas na referida solução , a uma temperatura de  $75^\circ \text{C}$  durante 24 horas .

Depois do ensaio propriamente dito estar concluído , procedeu-se ao corte das amostras conforme o esquematizado na figura 6 e posterior montagem .

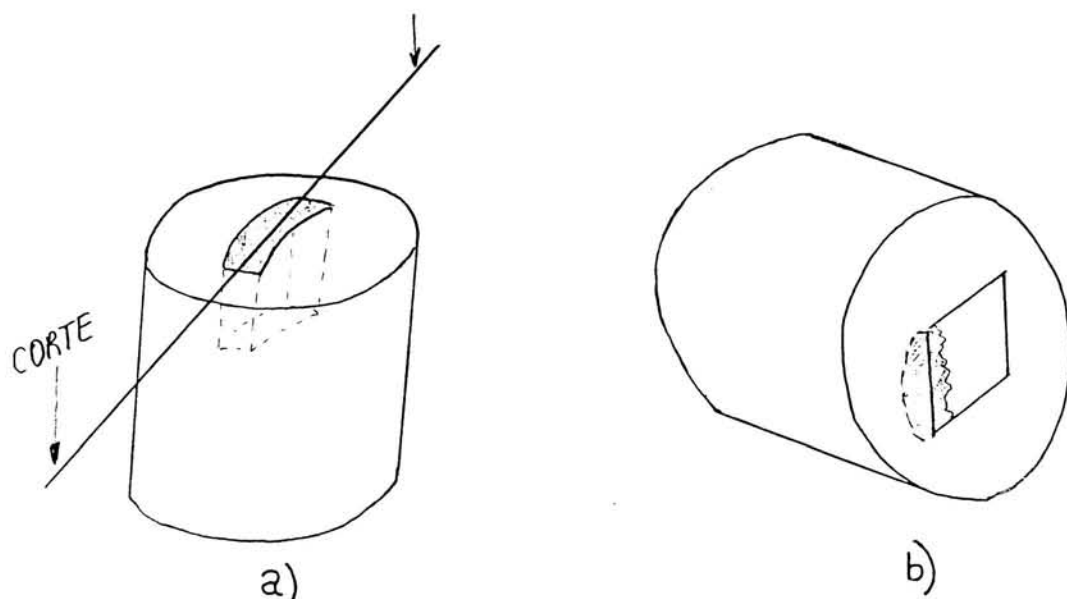


FIG.6- a) Corte da amostra ensaiada .

b) Montagem da amostra cortada para medição da camada dezincificada .

Nesta nova montagem a zona que sofre o corte , está disposta de modo a que se faça uma observação da sua superfície .

## 5- MICROESTRUTURAS .

Para se poder observar as microestruturas , teve que se atacar as diferentes amostras , isto como é evidente após polimento .

O reagente escolhido em primeiro lugar foi : CLORETO CUPRAMONIAL , que é um reagente especialmente indicado para destacar as áreas  $\beta$  .

### CLORETO CUPRAMONIAL

Cloreto cuproso - 5 a 10 gr

Água - 120 cm

Hidróxido de amónia é acrescentado logo que o precipitado formado pelo cloreto e água se dissolva .

Será conveniente referir que os ataques efectuados com cloreto cupramonial se revelaram muito " severos " , queimando a estrutura do material e obrigando a novo polimento das amostras para remover a totalidade do ataque , o que não foi totalmente conseguido , podendo verificar-se em algumas delas vestígios do mesmo .

Em alternativa utilizou-se como reagente : PERCLORETO DE FERRO , que em estudos anteriores se revelou bastante eficaz , produzindo bons resultados .

### PERCLORETO DE FERRO

10 gr de FeCl

15 ml de HCl

200 ml de etanol

Tanto o cloreto cupramonial como o perclorato de ferro têm uma duração de ataque que se deve situar entre 20 segundos e 1 minuto .

## 6- RESULTADOS EXPERIMENTAIS OBTIDOS .

Os resultados experimentais obtidos , constam da tabela que se apresenta na figura 7 .

De referir que a camada dezincificada foi medida directamente das fotografias e tambem medida nos provetes através do microscópio laboratorial MITUTOYO .

A medida efectuada nas fotografias , nos casos em que a camada dezincificada é contínua , é uma medida única . Nos casos em que a camada tem vários picos , foi feita uma média entre várias medidas conforme se representa nas fotografias .

A medida efectuada no microscópio laboratorial é significativa , nos casos em que a camada dezincificada era visível a olho nu ( caso LTD ) . Nas restantes amostras é uma medida aproximada .

|        | A[ $\mu\text{m}$ ] | B[ $\mu\text{m}$ ] |
|--------|--------------------|--------------------|
| LTD    | 370*               | 415*               |
| LTE    | 69                 | 58                 |
| LEVZ1  | 226                | 236                |
| LEVZ2  | 0                  | 0                  |
| LFMs60 | 203                | 167                |

FIG.7- CAMADA DEZINCIFICADA .

A- Medida na fotografia .

B- Medida no microscópio laboratorial .

(\*)- Estas medidas não são comparáveis , porque foram obtidas em duas amostras diferentes do mesmo tipo de latão.

Seguidamente apresentam-se fichas individuais de cada latão fornecido ,com os resultados obtidos e no anexo 1 mostram-se as fotografias da camada dezincificada e da microestrutura típica dos latões ensaiados .

a) Material: Latão ( Lingote )

Fabricante: Metalúrgica Luso-Alemã  
Rua Jardim , 373  
Vilar do Paraíso - Valadares  
Portugal

Nome comercial das torneiras : .....- HEI

Referência MLA : .....- LTD

b) Número de provetes.....- Dois

Superfície ensaiada.....-  $100 \text{ mm}^2$

c) Comprimento da secção.....- 10 mm / provete

d) Ampliação da fotografia.....- 115x e 230x

e) Máxima camada dezincificada.....-  $415 \mu\text{m}$

f) Camada contínua de dezincificação..- Sim

a) Material: Latão ( Lingote )

Fabricante: Metalúrgica Luso-Alemã  
Rua Jardim , 373  
Vilar do Paraíso - Valadares  
Portugal

Nome comercial das torneiras : .....- HEI

Referência MLA : .....- LTE

b) Número de provetes.....- Um

Superfície ensaiada.....- 100 mm<sup>2</sup>

c) Comprimento da secção.....- 10 mm / provete

d) Ampliação da fotografia.....- 57.5x

e) Máxima camada dezincificada.....- 69 µm

f) Camada contínua de dezincificação..- Não

a) Material: Latão ( Lingote )

Fabricante: Metalúrgica Luso-Alemã  
Rua Jardim , 373  
Vilar do Paraíso - Valadares  
Portugal

Nome comercial das torneiras : .....- HEI

Referência MLA : .....- LEVZ1

b) Número de provetes.....- Um

Superfície ensaiada.....- 100 mm<sup>2</sup>

c) Comprimento da secção.....- 10 mm / provete

d) Ampliação da fotografia.....- 115x e 230x

e) Máxima camada dezincificada.....- 226 µm

f) Camada contínua de dezincificação..- Sim

a) Material: Latão ( Lingote )

Fabricante: Metalúrgica Luso-Alemã  
Rua Jardim , 373  
Vilar do Paraíso - Valadares  
Portugal

Nome comercial das torneiras : .....- HEI

Referência MLA : .....- LEVZ2

b) Número de provetes.....- Um

Superfície ensaiada.....- 100 mm<sup>2</sup>

c) Comprimento da secção.....- 10 mm / provete

d) Ampliação da fotografia.....- 230x

e) Máxima camada dezincificada.....- 0 µm

f) Camada contínua de dezincificação..-

a) Material: Latão ( Lingote )

Fabricante: Metalúrgica Luso-Alemã  
Rua Jardim , 373  
Vilar do Paraíso - Valadares  
Portugal

Nome comercial das torneiras : .....- HEI

Referência MLA : .....- LFMs 60

b) Número de provetes.....- Um

Superfície ensaiada.....- 100 mm<sup>2</sup>

c) Comprimento da secção.....- 10 mm / provete

d) Ampliação da fotografia.....- 115x

e) Máxima camada dezincificada.....- 203 µm

f) Camada contínua de dezincificação..- Sim

## 7- CONCLUSÕES GERAIS

### 7.1- DEZINCIFICAÇÃO EM SEDES DE TORNEIRAS [1]

#### 7.1.1- ANÁLISE FRACTOGRÁFICA

Foram analisadas três sedes de torneiras , todas elas apresentando um canal de corrosão por onde havia fuga de água , tornando completamente ineficaz o obturador e obrigando à substituição da torneira .

Nas superfícies dos canais , quando observadas em microscópio electrónico de varrimento , mostram um aspecto rugoso em que há um processo mais ou menos avançado de dezincificação .

#### 7.1.2- ANÁLISE METALOGRÁFICA

Esta análise foi efectuada em amostras polidas de secções feitas através dos canais de corrosão . Como resultados desta temos :

- Dezincificação parcial da fase  $\beta$  .
- Zonas com dezincificação quer da fase  $\alpha$  quer da fase  $\beta$  .
- A dezincificação interessou não somente o canal de fuga , mas também a parede exterior e muito provavelmente a parede interior .

Como a dezincificação interessou também as paredes verticais da sede das torneiras parece com isso demonstrar , que o processo começa por ser electroquímico

em toda a sede , só que depois é acelerado nos canais de corrosão devido à velocidade e turbulência da água aí ser maior ( corrosão por cavitação ) .

### 7.1.3.- CONCLUSÕES

Depois de vistas as características de corrosão já descritas , conclui-se que estamos perante um processo de dezincificação tipo camada , causada por um tipo de água particular , agressiva , que não pode ser resolvida pela protecção parcial ( parte de cima ) da sede .

Julga-se que o processo poderia aparecer imediatamente abaixo da capa protectora .

A agressividade da água pode ser aqui associada a uma ou várias destas variáveis:

- água pouco oxigenada .
- água com muito CO<sub>2</sub> .
- água com muitos iões cloreto .
- água a alta pressão .

Uma solução pode ser a substituição total da sede por outro material mais catódico como o inox , convenientemente isolado .

## 7.2- EFEITOS DOS TRATAMENTOS TÉRMICOS NA RESISTÊNCIA À DEZINCIFICAÇÃO [2].

Foi referido no presente relatório , no ponto 2.3 , que para latões à direita do ponto G ( do diagrama de equilibrio ) , só se poderá obter uma percentagem de  $\alpha$  máxima através de arrefecimentos lentos até 454° C . Os estágios a 454° C seguidos de arrefecimentos rápidos , também garantiram percentagens máximas de fase  $\alpha$  , o que poderá teóricamente proporcionar , uma melhor resistência à dezincificação .

### 7.2.1- CONCLUSÕES

Após efectuado o tratamento térmico e efectuado o ensaio de dezincificação às amostras verificou-se o seguinte :

- Um aumento da fase  $\alpha$  e uma diminuição da fase  $\beta$  em todos os latões à excepção de um .
- O aumento da fase  $\alpha$  não implica uma melhoria na resistência à dezincificação , um facto a ter em conta , é que o tratamento térmico efectuado nos latões fornecidos não piora a resistência à dezincificação.
- No caso dos latões vazados tal facto não se verifica , estes têm pior resistência à dezincificação , o que se refere numa maior espessura da camada dezincificada .

Para a composição química dos latões estudados ou é desaconselhável este tipo de tratamento ( caso dos latões vazados ) , ou é irrelevante pois só se registam ligeiras melhorias ( caso dos latões em lingote ).

Esta disparidade de reacção ao tratamento térmico por parte dos latões em lingote reactivamente aos latões vazados , indicia uma contaminação do banho por elementos e ( ou ) impurezas , cujo efeito nefasto na resistência à dezincificação é multiplicado durante o tratamento térmico efectuado .

## 8- CONCLUSÕES

Tendo em vista as características de corrosão já descritas , é de crer que estamos em presença de uma dezincificação tipo camada ( layer type ).

Sendo assim , e tendo em conta os latões fornecidos , podemos concluir o seguinte :

- 1) A excelente resistência à dezincificação do latão LEVZ2 , que não apresenta camada dezincificada .
- 2) A boa resistência à dezincificação do latão LTE , camada à volta dos  $69\mu\text{m}$  .
- 3) A medíocre resistência à dezincificação dos latões LEVZ1 e LFMs60 , camadas dezincificadas à volta dos  $200\mu\text{m}$  .
- 4) A má resistência à dezincificação do latão LTD , camada dezincificada à volta dos  $400\mu\text{m}$  .

- A superioridade do latão E ( LTE , LEVZ1 , LEVZ2 ) , reside muito provavelmente no facto de possuir um teor em Zinco sensivelmente menor que os restantes , cerca de 1 ponto percentual , e teores em elementos aliferos superiores aos restantes , nomeadamente : o Niquel , o Manganês e o Ferro .

De notar que este último tem um teor ligeiramente mais elevado do que o máximo imposto pela norma NF A53-703 . De realçar também o teor em Estanho que é o dobro em comparação com os outros latões , e que é favorável a este tipo de corrosão .

- O primeiro vazamento piorou a resistência à dezincificação ( 69 para  $226 \mu\text{m}$  ), o mesmo não se verificando para o segundo vazamento , que , antes pelo contrário , melhorou de tal maneira a sua resistência que não se verificou nenhuma camada dezincificada .

Em termos gerais o vazamento introduz elementos de liga e ( ou ) impurezas que pioram a resistência à dezincificação do material . Daí a necessidade de ter cuidado com a sucata que é adicionada . As técnicas de adição e vazamento , não podem implicar a inclusão de impurezas , óxidos , silicatos etc , que comprometeriam a resistência do material à corrosão .

- O comportamento do latão LEVZ1 , parece estar associado , ao que acabou de ser descrito .
- Aparentemente, o comportamento do latão LEVZ2, não tem explicação .
- Nos latões LFMs60 e LTD , a única diferença quanto à respectiva composição química é a presença de Arsénio no latão LFMs60 ( 0,149 % ) , sendo os restantes elementos iguais e na mesma proporção .

Posto isto , verifica-se que a presença de 0,149 % de Arsénio aumenta para o dobro a resistência à dezincificação de LFMs60 , passando a ter uma camada dezincificada de  $203 \mu\text{m}$  , contra uma camada dezincificada do latão LTD de  $415 \mu\text{m}$  .

Em termos de alteração da composição química do latão , teremos alguma margem de manobra em alguns elementos que são apontados como diminuindo a probabilidade de dezincificação , embora aqui o processo tenha que envolver experimentação . De qualquer modo poder-se-á apontar as seguintes tendências que levam a uma redução da corrosão :

- 1- A utilização de latões com menos Zinco .
- 2- Utilizar o limite superior de Alumínio .
- 3- O Estanho parece ser favorável a este tipo de corrosão .
- 4- O Antimónio e o Fósforo , são apresentados como elementos benéficos , mas parece haver incompatibilidade entre este último e o Alumínio .
- 5- O Arsénio parece melhorar a resistência à dezincificação , contudo não parece ser tão eficaz nos latões  $\alpha+\beta$  como nos latões  $\alpha$  .

Todas estas alternativas , devem ter em conta que há que garantir uma boa colabilidade e maquinabilidade da liga , ao mais baixo preço .

## BIBLIOGRAFIA

- [ 1 ]- Estudo da corrosão em sedes de torneiras de latão CuZn40  
V. Antunes, J. Lino Alves, INEGI , Out. 1988
- [ 2 ]- Efeitos da composição e tratamentos térmicos na resistência à  
dezincificação em quatro ligas CuZn  
V. Antunes, J. Lino Alves, J. Queirós Lino, INEGI , Set. 1991
- [ 3 ]- Le Cuivre et ses Alliages  
Técniques de l'Engénieur M430 e M431
- [ 4 ]- Metals Handbook , Vol. 8  
Solidification Structures of Cooper Alloy Ingots , págs. 169 a 174  
American Society for Metals
- [ 5 ]- Cooper and Cooper Alloys , págs. 225 a 241  
Weels Mc Graw-Hill
- [ 6 ]- Revista " FUNDICION " , págs. 33 a 41  
Revista técnica para la industria fundidora  
Ano XX - nº162 , Outubro 1973
- [ 7 ]- Metalografia de Não Ferrosos , págs. 41 a 49  
Telmo de Azevedo Coutinho
- [ 8 ]- Norma NF A53-703
- [ 9 ]- Norma ISO 6509
- Metals Handbook , Vol. 1  
Properties and Selection of Metals  
American Society for Metals

- Metals Handbook , Vol. 7  
Microstructure of Cooper and Cooper Alloy  
American Society for Metals
- Structure and Properties of Engineering Materials  
R. M. Brick et al , Int. St. Edt. , Mc Graw-Hill , 1977
- Structure and Properties of Engineerig Alloys  
R. Smith , Mc Graw-Hill
- An Atlas of Metals Damage  
L. Engel , H. Klingele , Wolfe science Books 1981

# ANEXO 1

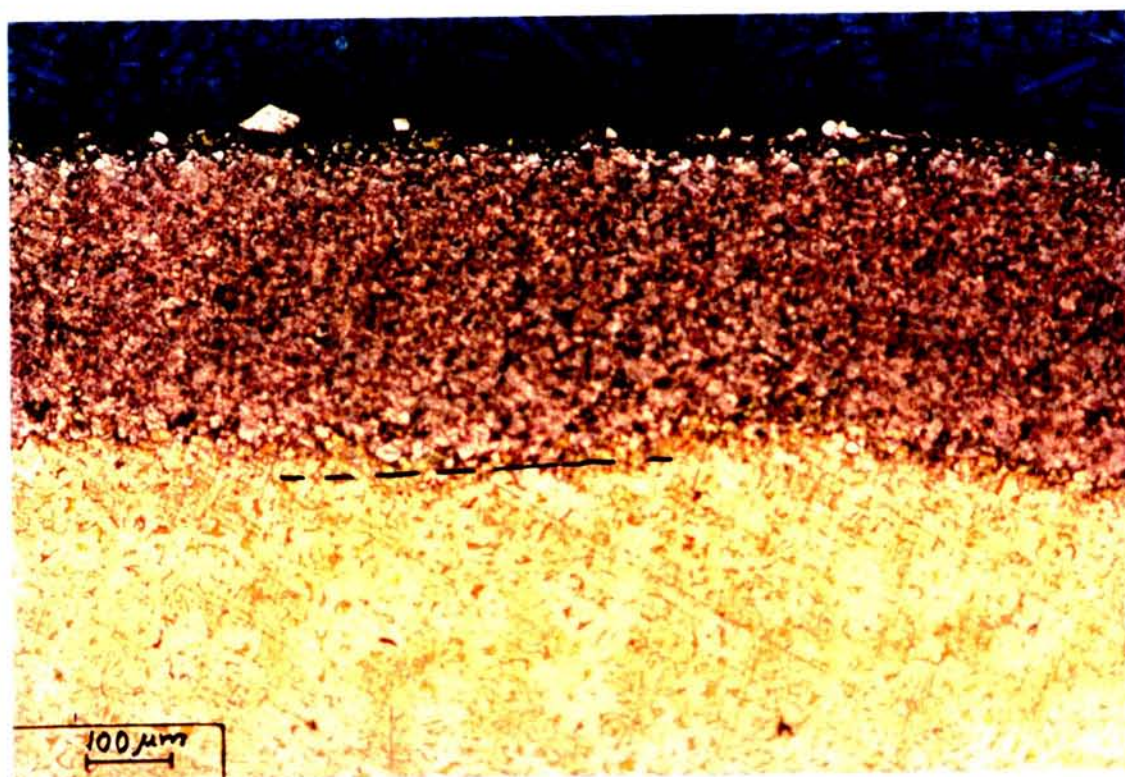


FIG.8- Fotografia da camada dezincificada de LTD . A 115x

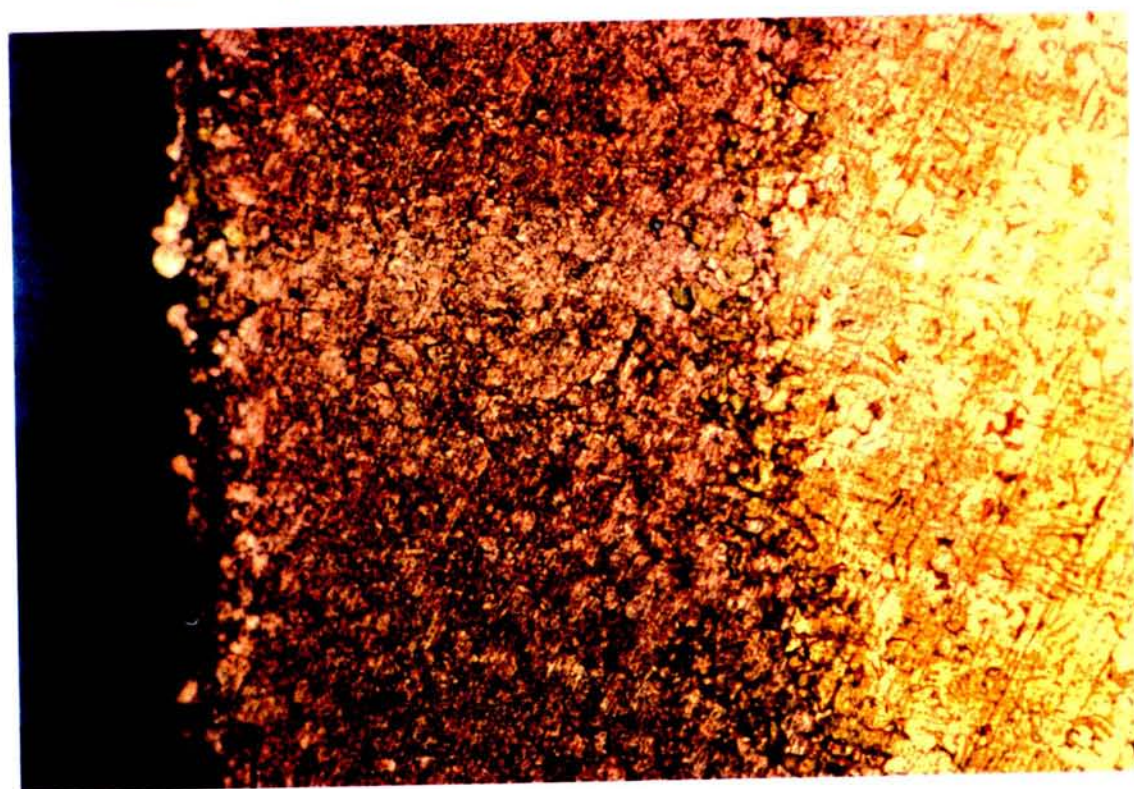


FIG.9- Fotografia da microestrutura de LTD . A 230x

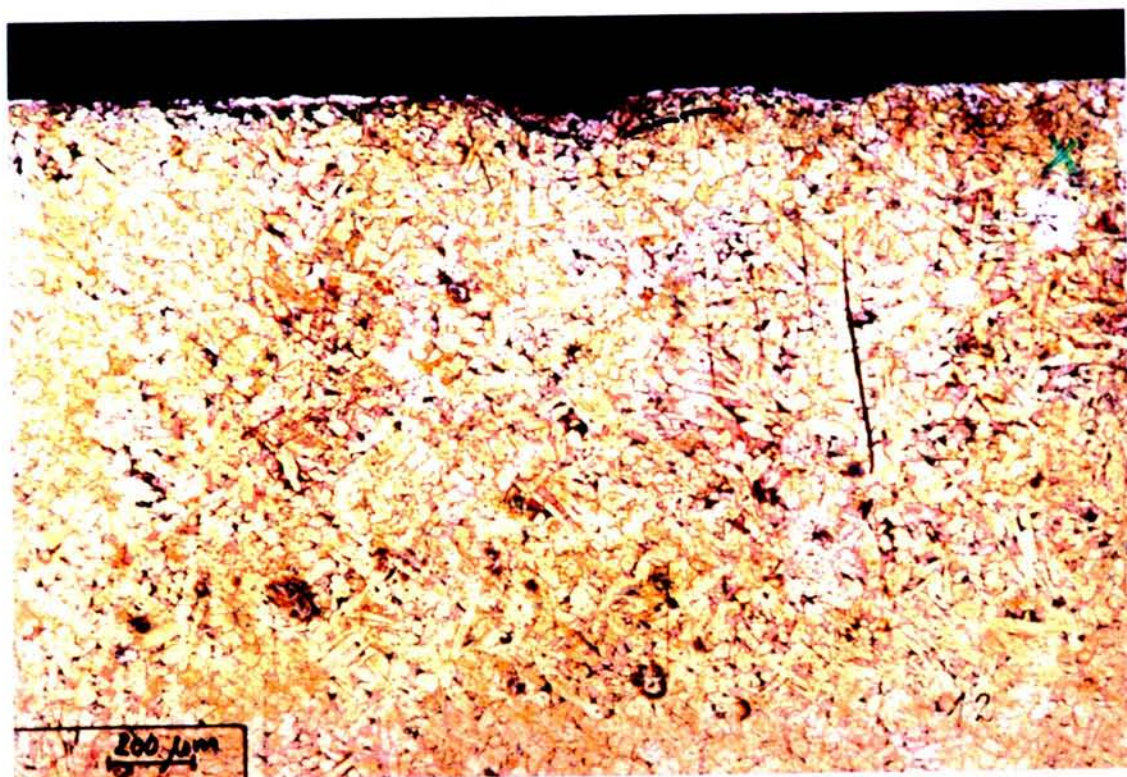


FIG.10- Fotografia da camada dezincificada de LTE . A 57.5x

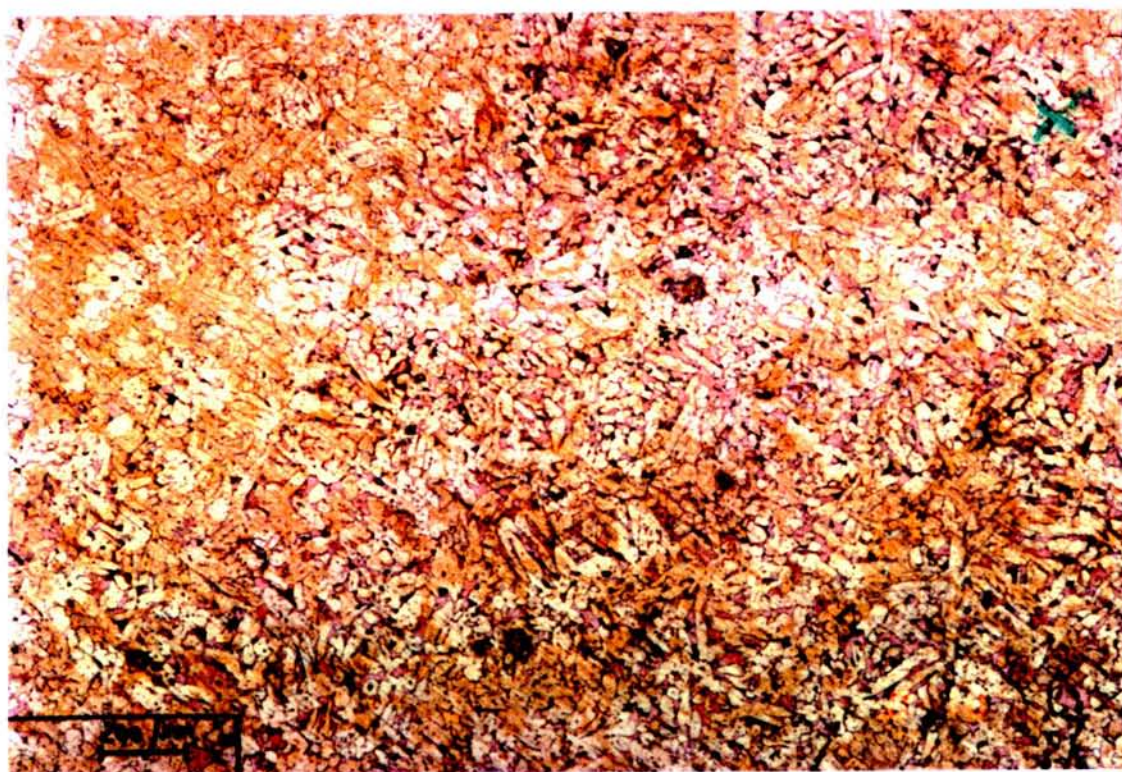


FIG.11- Fotografia da microestrutura de LTE . A 57.5x

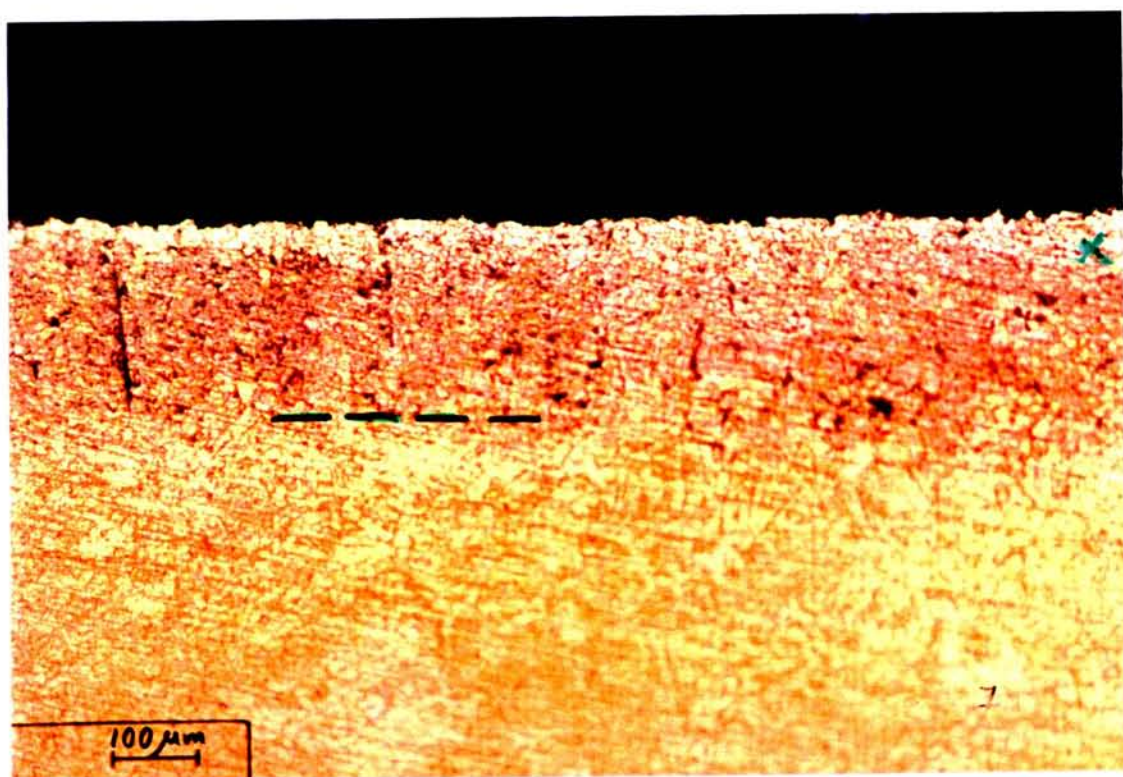


FIG.12- Fotografia da camada dezincificada de LEVZ1 . A 115x

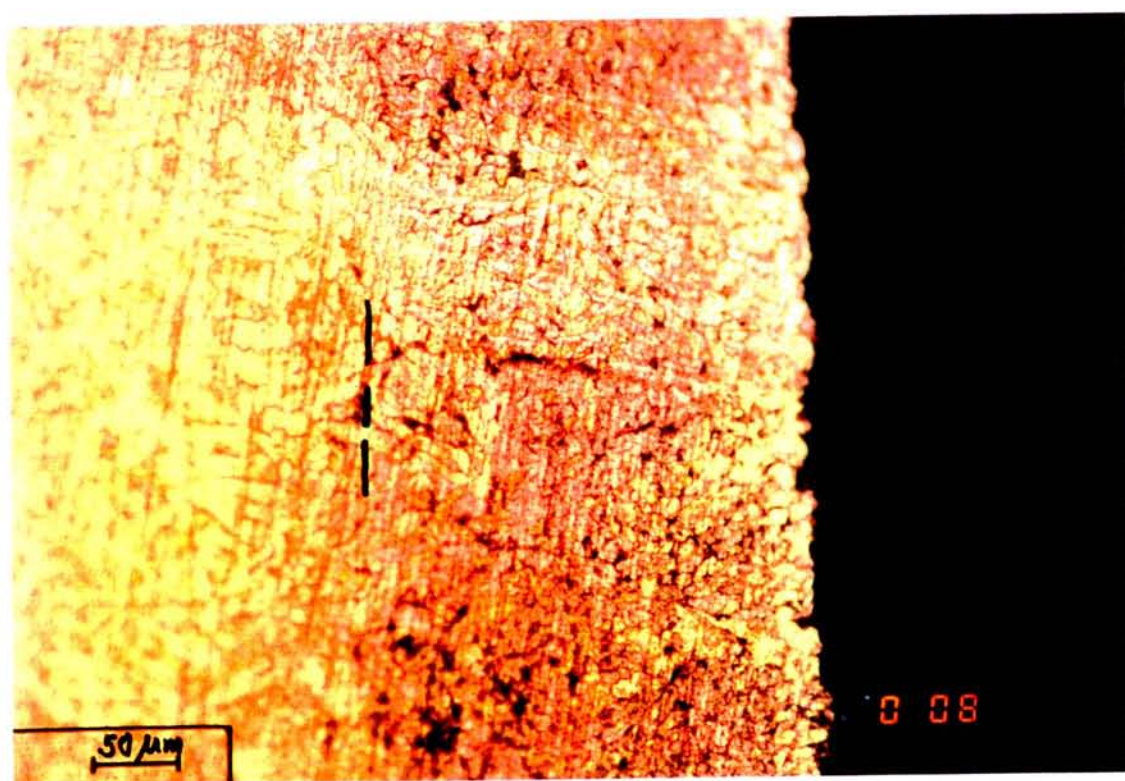


FIG.13- Fotografia da camada dezincificada de LEVZ1 . A 230x

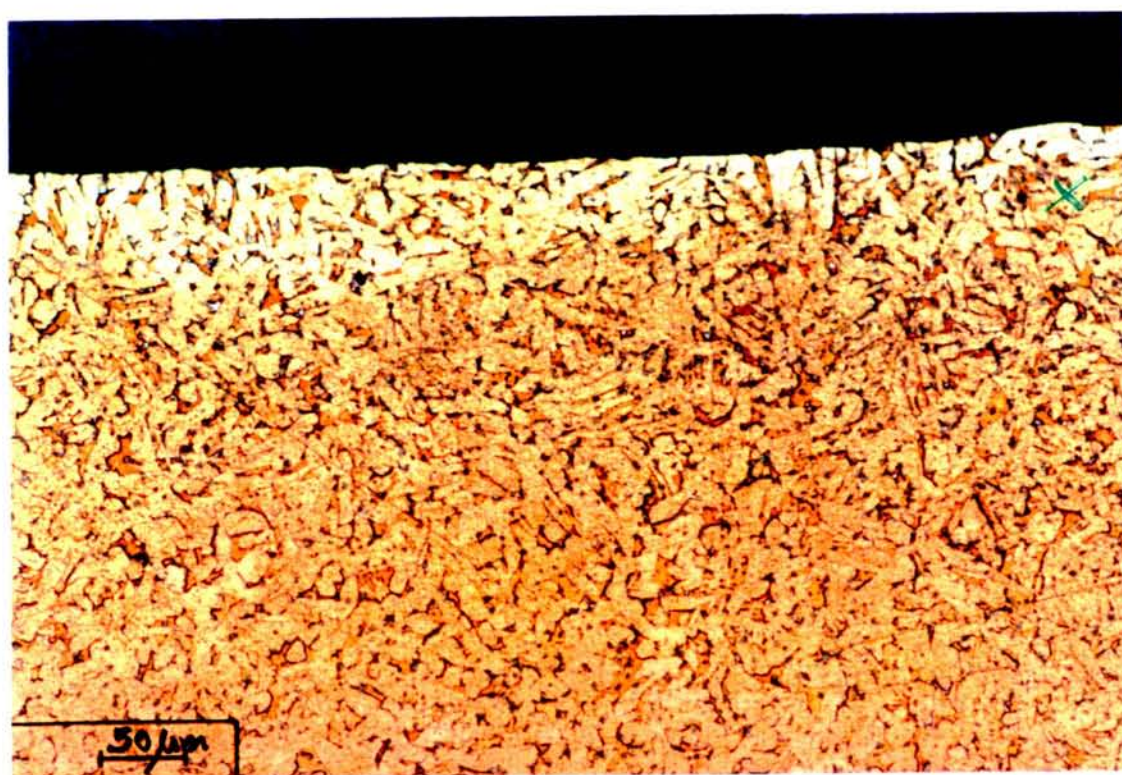


FIG.14- Fotografia da superfície de LEVZ2 . A 230x

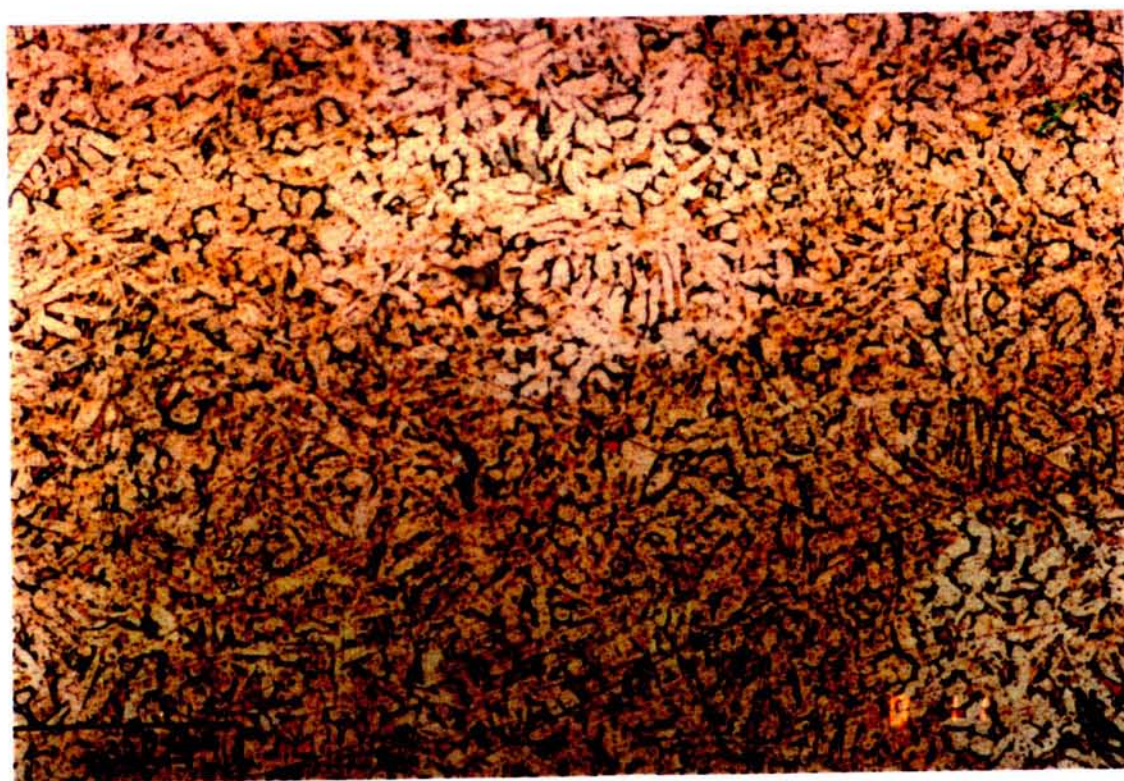


FIG.15- Fotografia da microestrutura de LEVZ2 . A 230x

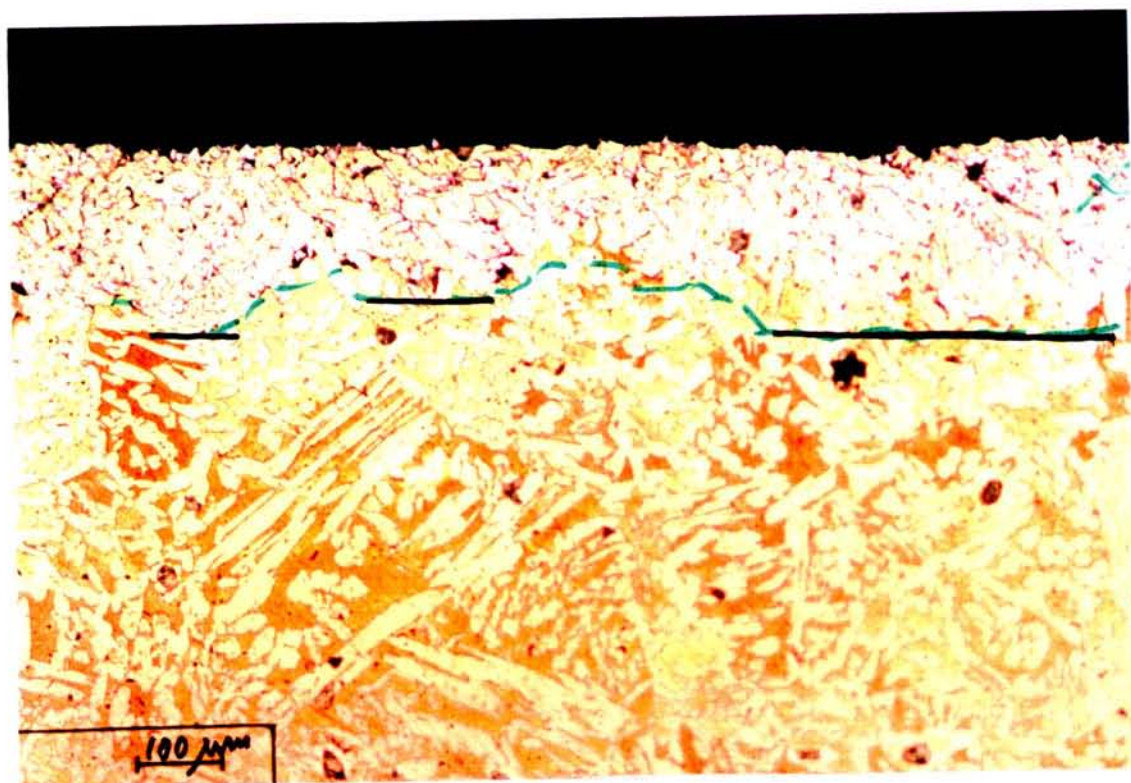


FIG.16- Fotografia da camada dezincificada de LFM 60 . A 115x

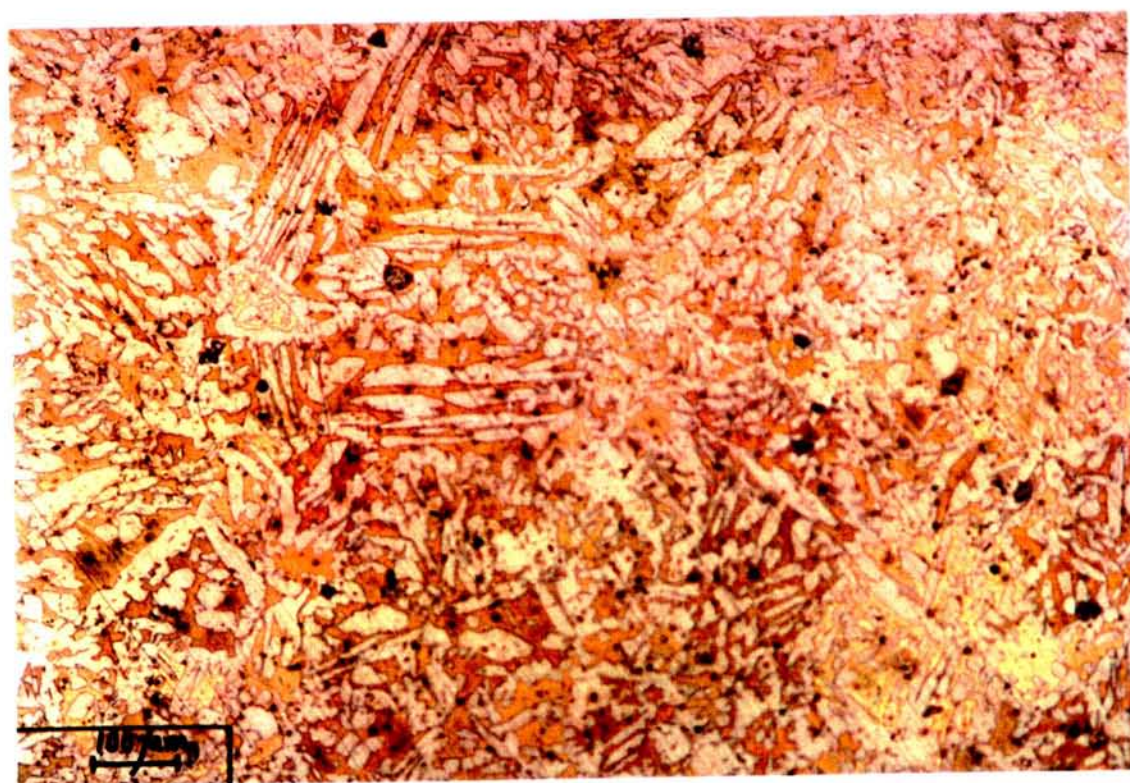


FIG.17- Fotografia da microestrutura de LFM 60 . A 115x



FACULDADE DE ENGENHARIA  
UNIVERSIDADE DO PORTO

BIBLIOTECA



0000101449