

N. CLASS. M 668.423  
CUTTER 5586F  
ANO/EDIÇÃO 2015

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS UNIS**  
**CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA**  
**RENAN SILVA**

**FUNDIÇÃO DO ALUMÍNIO AO PLÁSTICO**

**Varginha**  
**2015**

**RENAN SILVA**

**FUNDIÇÃO DO ALUMÍNIO AO PLÁSTICO**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel, sob orientação do Prof. Me. Alexandre de Oliveira Lopes e coorientação de José Carlos da Silva.

**Varginha**

**2015**

**RENAN SILVA**

**FUNDIÇÃO DO ALUMÍNIO AO PLÁSTICO**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel pela Banca Examinadora:

Aprovado em: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

---

Prof. Me. Alexandre de Oliveira Lopes

---

---

OBS:

Dedico este trabalho primeiramente a Deus.  
Aos meus Pais Elizeti de Souza silva e José  
Carlos da silva, e a minha noiva pela paciência  
e dedicação.

## **AGRADECIMENTOS**

**Agradeço a todos que me ajudaram e me incentivaram a elaborar este trabalho.**

**“Nossas dúvidas são traidoras e nos  
fazem perder o que, com frequência,  
poderíamos ganhar, por simples medo de  
arriscar”.**

**William Shakespeare**

## RESUMO

Projeto tem em vista fundir dois tipos de materiais diferentes isto é, alumínio e um polímero termoplástico, aonde, o único propósito é provar se á ou não possibilidade de fundição dos dois. No decorrer do trabalho será apresentado todo o processo de fundição desde a construção do forno para a fundição e demais condições favoráveis ou não para a devida aplicação.

## **ABSTRACT**

*The project aims to merge two types of different materials i.e. aluminum and thermoplastic polymer, where the sole purpose is to prove whether it is possible to casting of the two. In the course of work will be presented all the smelting process since the construction of the oven to casting homemade and other conditions favorable or not for proper application.*



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Materiais Utilizados.....	17
Figura 2 – Início Processo de Fundição.....	18
Figura 3 – Fundição.....	18
Figura 4 - Amostra 1, vista superior.....	19
Figura 5 - Amostra 1, vista inferior.....	20
Figura 6 - Materiais, Cimento Refratário 5Kg, Lata de tinta 3,6L.....	20
Figura 7 – Materiais, Maçarico, lata de conserva de alimentos.....	21
Figura 8 – EPIs, Luva e máscara para gases.....	21
Figura 9 – Dimensões.....	22
Figura 10 – Dimensões.....	22
Figura 11 – Resultado Final.....	23
Figura 12 – Construção do molde.....	23
Figura 13 – Pré-aquecimento do forno.....	24
Figura 14 – Recipiente contendo alumínio e plástico.....	25
Figura 15 – Amostra 2.....	25
Figura 16 – Amostra 3.....	26
Figura 17 – Torno, Amostra 2.....	27
Figura 18 – Amostra 2, Peça final.....	27
Figura 19 – Amostra 2, Quebra da amostra.....	28
Figura 20 – Alumina, Alcool.....	28
Figura 21 – Lixa.....	29
Figura 22 – Amostras.....	30
Figura 23 – Lixadeira manual.....	31
Figura 24 – Início do processo.....	31
Figura 25 – Resultado.....	32
Figura 26 – Resultado após lixar corretamente.....	33
Figura 27 – Lixadeira politriz metalográfica.....	33
Figura 28 – Microscópico metalográfico.....	34
Figura 29 – Visualização da amostra.....	35
Figura 30 – Aumento do Grau de visão da amostra.....	35
Figura 31 – Classificação das inclusões.....	36
Figura 32 – Ataque da amostra.....	37
Figura 33 – Resultado Final.....	37
Figura 34 – Comparação, amostra 1 e estrutura do alumínio 2.....	38

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2 PROBLEMA.....</b>	<b>11</b>
<b>3 HIPÓTESE.....</b>	<b>12</b>
<b>4 OBJETIVOS.....</b>	<b>12</b>
4.1 Objetivo geral.....	12
4.2 Objetivo específicos.....	12
<b>5 JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>15</b>
<b>6 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>16</b>
6.1. Materiais.....	16
6.1.1. Alumínio.....	16
6.1.2. Plástico.....	16
6.1.3 Materiais, início da prática.....	17
6.1.4 Experimento 1.....	17
6.1.5 Experimento 2.....	20
6.1.6 Construção do forno e fundição do alumínio ao plástico.....	22
6.1.7 Laboratório.....	26
6.1.8 Consumíveis para Metalografia.....	28
6.1.9 Experimento 3.....	30
<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>39</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>40</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Alumínio é um dos primeiros processos industriais utilizados na produção de artigos de metal. As propriedades do alumínio e a tecnologia moderna oferecem excelentes condições, com controles científicos adequados, para que se possa produzir grandes quantidades de peças mantendo uma qualidade uniforme. O mercado conta com excelentes ligas de alumínio que proporcionam uma grande variedade de propriedades para as peças fundidas. As principais são:

- a) Baixa temperatura de fusão;
- b) Forte tendência à oxidação;
- c) Baixa densidade;
- d) Alta condutividade térmica;
- e) Elevado coeficiente de dilatação.

Termoplásticos, São plásticos que não sofrem alterações em sua estrutura química durante o aquecimento e que após o resfriamento podem ser novamente moldados. Exemplos: Polipropileno (PP), Polietileno de Alta Densidade (PEAD), Polietileno de Baixa densidade (PEBD), Polietileno tereftalato (PET), Poliestireno (PS), Policloreto de Vinila (PVC), etc.

Plásticos são materiais formados pela união de grandes cadeias moleculares chamadas polímeros, que, por sua vez, são formadas por moléculas menores, chamadas monômeros. Os plásticos são produzidos através de um processo químico chamado polimerização, que proporciona a união química de monômeros para formar polímeros. Os polímeros podem ser naturais ou sintéticos. Os naturais, tais como algodão, madeira, cabelos, chifre de boi, látex, entre outros, são comuns em plantas e animais. Os sintéticos, tais como os plásticos, são obtidos pelo homem através de reações químicas. O tamanho e estrutura da molécula do polímero determinam as propriedades do material plástico. Os Processos mecânicos de moldagem, onde as diversas resinas poliméricas em formato de grânulos, matéria-prima, depois de aquecidas podem ser processadas pelos métodos de extrusão, injeção, sopro, termoformagem, laminação e fundição. (WILLIAM D. CALLISTER JR, NEW YORK 1991).

## 2 PROBLEMA

Há a possibilidade de fundição entre alumínio e plástico?

### 3 HIPÓTESE

Gerar um produto novo, que atenda às necessidades de aplicação de pequenos esforços e que de alguma forma sua criação seja mais barata e possa corresponder as exigências do mercado atual.

### 4 OBJETIVOS

Todos os testes de metalografia deveram ser feitos no laboratório, com o objetivo de sanar a dúvida se há possibilidade de fundição do alumínio com plástico. Tais como:

- a) Ensaio Metalografico: Se possível Relacionar estrutura íntima com propriedades físicas, processo de fabricação, desempenho e funções.
- b) Corpo de Prova: Material a ser analisado.
- c) Corte: Particionar a amostra ou corpo. Para análise Metalográfica.
- d) Lixamento: Área limpa e sem riscos.
- e) Politriz: Polimento da amostra até deixar isenta de qualquer marca.
- f) Microscopia: Analisar a amostra final.

#### 4.1 Objetivos geral

Provar se á possibilidade de fundição do alumínio ao plástico. Meu trabalho tem o objetivo de apresentar as devidas amostras e tentar de alguma forma sanar a dúvida se á possibilidade de fundição do alumínio e plástico. Pois em pesquisa é um novo produto, e como consta não a nenhum material relacionado ao assunto.

#### 4.2 Objetivos específicos

Desde a Antiguidade que se conhecem aplicações de polímeros naturais, no entanto, a Ciência e indústria dos polímeros teve origem no início do século XIX, quando Hancock, em Inglaterra, descobriu o efeito da “mastigação” da borracha natural, tendo sido em 1843 Patenteadá á vulcanização da borracha por meio de enxofre. Em 1839, Goodyear, na América do Norte, tinha apresentado independentemente uma patente semelhante e, mais tarde, em 1851, viria a descobrir a ebonite, iniciando assim o desenvolvimento dos plásticos termoendurecíveis. (SÃO CARLOS APR./JUNE 1998).

A primeira experiência comercial bem sucedida na área dos polímeros deve-se a J. W. Hyatt que, em 1870, nos E.U.A, usando cânfora como plastificador do nitrato de celulose produziu a celuloide. Esta invenção surgiu na sequência dos seus trabalhos para conseguir sintetizar um substituto para o marfim para o fabrico de bolas de bilhar. Assim, a celuloide tornou-se rapidamente um sucesso comercial e controlou o mercado durante cerca de 30 anos, embora, devido à sua elevada inflamabilidade, logo se procurassem materiais alternativos mais estáveis. (SÃO CARLOS APR./JUNE 1998).

Os plásticos baseados em acetato de celulose e caseína foram desenvolvidos em princípios do século XX e, entre 1907 e 1910, comercializou-se a “bakelite”, um polímero que ainda hoje é muito usado em caixas e ligações eléctricas.

Em 1917, a falta de matérias-primas fez com que os químicos alemães desenvolvessem uma borracha sintética a partir do dimetilbutadieno. O produto, cujas propriedades eram incomparavelmente inferiores às da borracha natural, serviu, no entanto, como ponto de partida para a importantíssima indústria da borracha artificial sintética. Até ao início da década de 20, não era possível um verdadeiro desenvolvimento neste domínio dada a ausência de conhecimentos fundamentais sobre a estrutura dos materiais poliméricos.

Quando, em 1953, Staudinger recebeu o prémio Nobel de Química pelo seu trabalho monumental no estabelecimento da ciência de polímeros, já esta ciência e a indústria dos polímeros estavam firmemente implantadas. De facto, desde 1930, nomes como Mark, Carothers, Flory, Meyer e muitos outros tinham contribuído fortemente para o desenvolvimento destes materiais.

Em 1933, três investigadores da ICI, Gibson, Fawcett e Swallow descobriram o polietileno. Em 1934, W. H. Carothers, trabalhando para a Dupont descobriu o nylon e, subsequentemente, desenvolveu um trabalho pioneiro sobre a teoria das reações de polimerização por condensação. Nessa década, Hill e Crawford, da ICI, sintetizaram o poli (metacrilato de metilo) (perspex e vidro acrílico). Nessa mesma altura começou a produzir-se comercialmente o poliestireno e o poli (cloreto de vinilo) (PVC).

Em 1939 a ICI produzia industrialmente o polietileno de alta pressão. Depois da 2ª Guerra Mundial, acelerou-se quer a investigação científica quer o desenvolvimento industrial. A maioria dos polímeros poliolefínicos modernos são o resultado direto do trabalho de Natta (e Ziegler) que desenvolveu catalisadores organometálicos de polimerização que permitiram obter, na década de 50, o polietileno de alta densidade e o polipropileno isotático. Juntamente com os poliuretanos (1937), os epóxi dos (1939), o poli (tetra fluoroetileno) (1941), os silicones (1942), as resinas de poliéster insaturadas (1946), o policarbonato (1956) e as

poliamidas (descobertas em 1964), estes polímeros são a base de mais de 90 % dos plásticos utilizados atualmente.

Com o desenvolvimento da indústria dos polímeros, muitos produtos que antigamente eram produzidos com materiais como o vidro, cerâmica, aço, etc. hoje são substituídos por diversos tipos de plásticos que, devido à sua versatilidade, menor peso, maior facilidade de manuseamento, menor custo de produção, entre outros aspectos, cumprem de forma mais eficaz os requisitos pretendidos para os produtos. A utilização dos plásticos, em novas aplicações, quer como substituto dos materiais tradicionais (metais, madeira, vidro), tem experimentado um significativo aumento nos últimos anos. As atuais sociedades desenvolvidas já não são capazes de subsistir sem a utilização dos plásticos, sendo inúmeras as situações em que se evidencia a utilização deste material. Atualmente, existem mais de mil tipos de plásticos diferentes que se utilizam para os mais variados fins, como para a produção de fibras e novos materiais para a indústria têxtil, para a construção de materiais de construção civil com melhores desempenhos e menores custos que os materiais tradicionais, para a indústria dos transportes, da qual se destaca a indústria automóvel, na indústria farmacêutica, para a produção de embalagens, eletrodomésticos, etc. (SEBATIÃO V. CANEVAROLO JR, 2006).

No Plástico a fundição é um processo para baixa produção, quase sempre utilizado protótipos. Consiste em despejar a resina líquida adicionada a outras substâncias enrijecedoras dentro de um molde. Na fundição podem ser utilizadas tanto resinas termoplásticas como resinas termorrígidas, mesmo que termofixas, não é empregado aquecimento ou pressão. Este método é usado para a produção de brindes, pequenos adornos, dentre outros.

O alumínio, apesar de ser o terceiro elemento mais abundante na crosta terrestre, é o metal mais jovem usado em escala industrial. Há sete milênios, ceramistas da Pérsia já produziam seus vasos com um tipo de barro que continha óxido de alumínio, que hoje conhecemos como alumina. Trinta séculos mais tarde, egípcios e babilônios usaram uma outra substância contendo alumínio na fabricação de cosméticos e produtos medicinais. (COSTA E SILVA, 1988).

Sua cronologia mostra que, mesmo nas civilizações mais antigas, o metal dava um tom de modernidade e sofisticação aos mais diferentes artefatos. Não obstante, durante seus primeiros usos, nada se sabia sobre o metal na forma como o conhecemos hoje, já que o alumínio só começou a ser produzido comercialmente há cerca de 150 anos.

Uma das vantagens mais importantes do alumínio é o fato de poder ser transformado com facilidade. O alumínio pode ser laminado em qualquer espessura e extrudado numa

infinidade de perfis de seção transversal constante e grande comprimento. O metal pode ser também, forjado ou impactado. Arames de alumínio trefilados a partir de vergalhões dão origem a fios de alumínio que, após serem encordoados, transformam-se em cabos condutores, (COSTA E SILVA, 1988).

A facilidade e a velocidade com o qual o alumínio pode ser usinado é outro importante fator que contribui para difundir o uso desse material e que também aceita, praticamente, todos os métodos de união, tais como rebitagem, soldagem, brasagem e colagem. Além disso, para a maioria das aplicações do alumínio não são necessários revestimentos de proteção.

A Fundição é um dos primeiros processos industriais utilizados na produção de artigos de metal. A fundição em alumínio pode ser feita por gravidade, com uso de areia ou molde metálico, e sob pressão, (alta ou baixa).

As peças fundidas de alumínio têm suas principais aplicações na área automotiva e de transportes. Como exemplo, pode-se citar blocos de motor, cabeçotes, caixas de câmbio, carcaças e rodas para automóveis e veículos pesados, entre outros. A ABNT/CB-35, responsável por elaborar as normas técnicas referentes à cadeia do alumínio. (ABAL).

## 5 JUSTIFICATIVA

Temos um grande fator hoje que é o meio ambiente, a população em si está aumentando anos após anos, e gerando uma grande quantidade de lixo, o propósito do meu projeto é ajudar de forma satisfatória e apresentar novas soluções para a utilização do plástico. Hoje, um terço do lixo doméstico é composto por embalagens. Cerca de 80% das embalagens são descartadas usadas apenas uma vez! Como nem todas seguem para reciclagem, este volume ajuda a superlotar os aterros e lixões, exigindo novas áreas para depositarmos o lixo que geramos.

O projeto é amenizar este fato e utilizar este produto para a criação de um novo, porque o alumínio? Após fundir os dois e realmente surgir uma nova liga que possa ser comercializada, e aguento certa carga e esforços de torção, compressão e tração, eu possa analisar os devidos resultados e comparar com produtos atuais, de certo modo será muito viável, pois além de gerar um grande lucro eu irei ajudar o meio ambiente, pois hoje o plástico na natureza demora 400 anos para sua decomposição. (DADO RETIRADO DO MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE).

## 6 REFERENCIAL TEÓRICO

Em pesquisa não há trabalhos sobre o assunto abordado. Fundição do alumínio e plástico. E somente o aproveitamento dos mesmos, isto é reciclagem, tal como alumínio e plástico. Todos os passos para a fundição serão aplicados do jeito mais simples possível, pois não á os devidos equipamentos para isso. No final do processo o mais importante será a aplicação da metalografia que tem vários passos até chegar na análise microscópica e visualizar as devidas propriedades do material. Consequentemente este é o passo fundamental do experimento, poderei visualizar se o mesmo possui trincas e como a fundição ficou, se foi apto para o experimento ou se não é viável a fundição dos dois.

### 6.1 Materiais

- a) Latas de refrigerantes;
- b) Garrafas Pets;
- c) Um forno para a fundição;
- d) Termômetro infravermelho com mira laser, (Não aplicável);
- e) Balança digital;

#### 6.1.1 Alumínio

O alumínio possui ponto de fusão de  $660^{\circ}\text{C}$ , o que é relativamente baixo comparado ao do aço, que é da ordem de  $1570^{\circ}\text{C}$ . No meu experimento, vou reduzir o máximo da massa do alumínio. A lata de refrigerante é ideal para o experimento, a espessura da lata é muito fina, cortando em pequenos pedaços e adicionando calor, consequentemente poderei chegar ao ponto de fusão.

#### 6.1.2 Plástico

Termoplástico, Garrafa Pet (Politereftalato de etileno) possui ponto de fusão de  $260^{\circ}\text{C}$ . Podemos notar que são  $400^{\circ}\text{C}$  a menos do que o alumínio, no meu caso analiso da seguinte forma, espero compensar essa diferença adicionando mais plástico (Politereftalato de etileno). Pois se pensarmos na temperatura do alumínio que é  $400^{\circ}\text{C}$  à mais do que o plástico, quando for adicionado o plástico o mesmo vai evaporar, pensando desta forma.



### 6.1.3 Materiais, Início da Prática

- a) Escolha dos materiais para fundição;
- b) Preparação do recinto para fundição;
- c) Separação dos materiais para construção do forno caseiro;
- d) EPIS, necessários para fundição;
- e) Fundição do alumínio e plástico;
- f) Corpo de prova;
- g) Analisando corpo de prova;
- h) Metalografia se possível;

### 6.1.4 Experimento 1

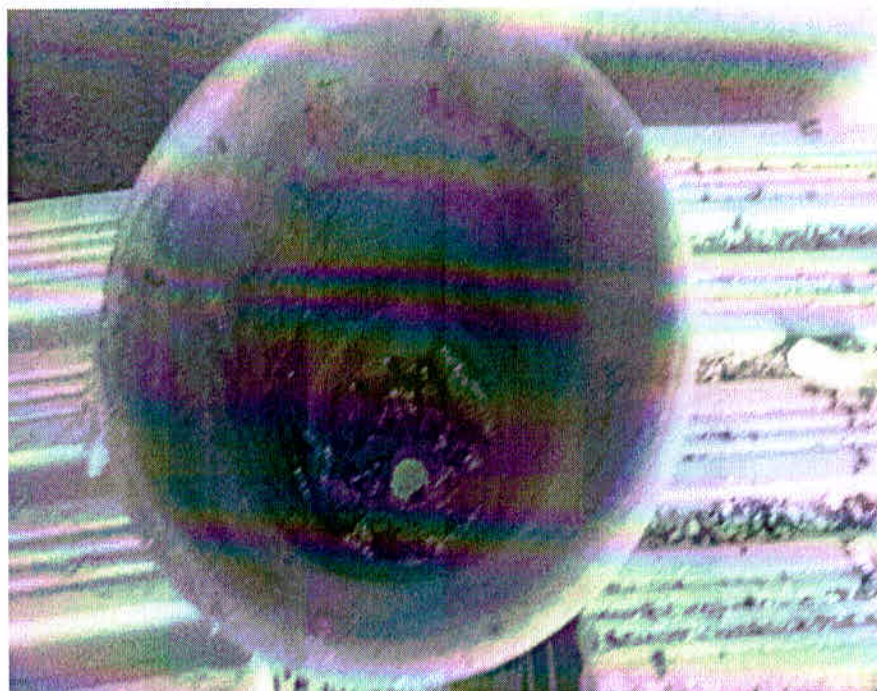
Figura 1 – Materiais utilizados



Fonte: o autor

Garrafa pet, peso aproximado de 58g, lata de refrigerante, peso aproximado 9g.

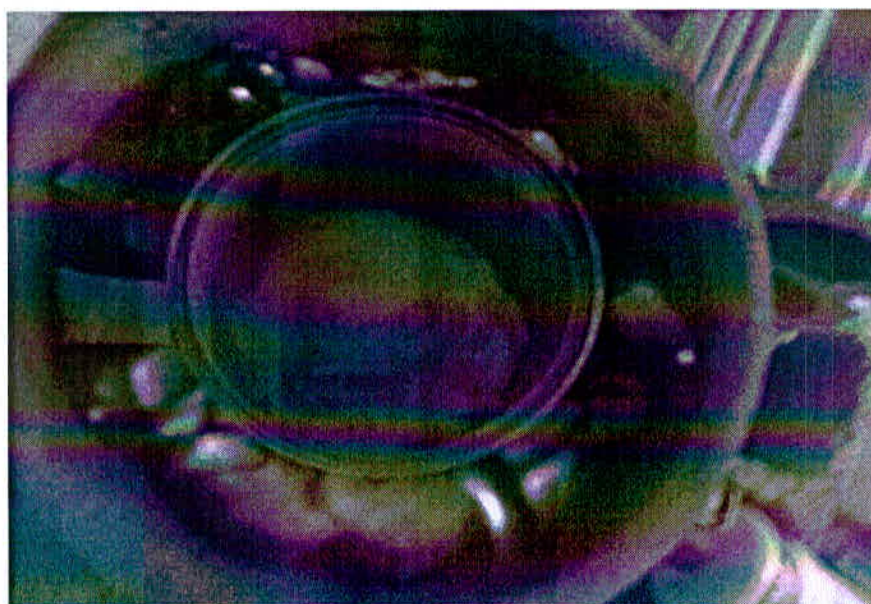
Figura 2 – Início processo de Fundição 1



Fonte: o autor

1º teste foi feito com barro refratário. Fonte de calor foi um maçarico utilizado na parte inferior do vaso, para manter o calor dentro foi adicionado carvão, como consta na figura 3.

Figura 3 – Fundição 1

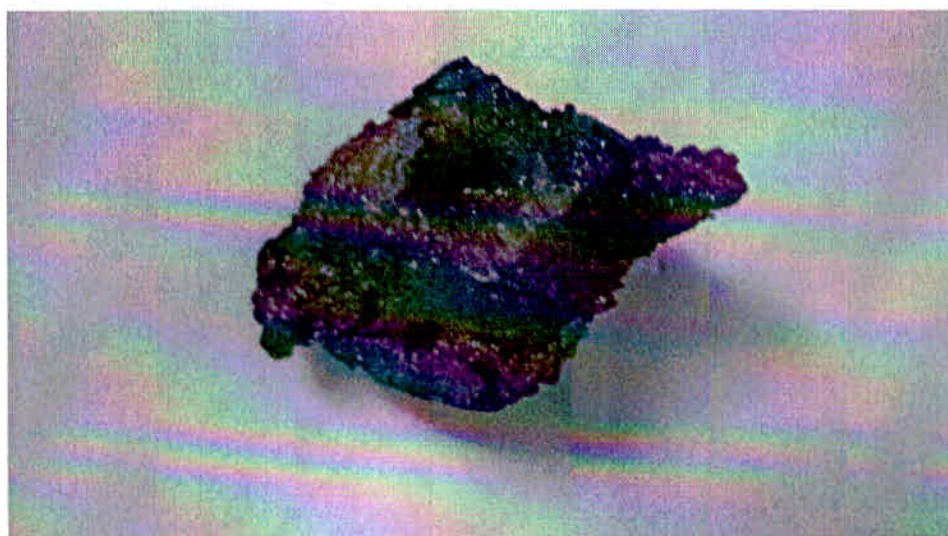


Fonte: o autor

Como podemos visualizar, a chama do maçarico está concentrada no centro, pois o maçarico está aquecendo o centro do vaso. Consequentemente a fundição não é homogênea e a qualidade da fundição é ruim, mesmo adicionando carvão para tentar expandir a fonte de calor ao redor da lata.

Analisando, podemos visualizar que o alumínio está com cores diferentes isto é a concentração do calor na lata que não está homogênea. Um ponto positivo é que a chama do maçarico é constante o, porém é que a área em que ele concentra sua chama é pequena. Para gerar a amostra foi utilizado 5 latas de 350 ml de refrigerante, cada lata vazia pesa aproximadamente 9g, que equivale á 45g, e 1 garrafa pet de 2L, peso aproximado de 58g.

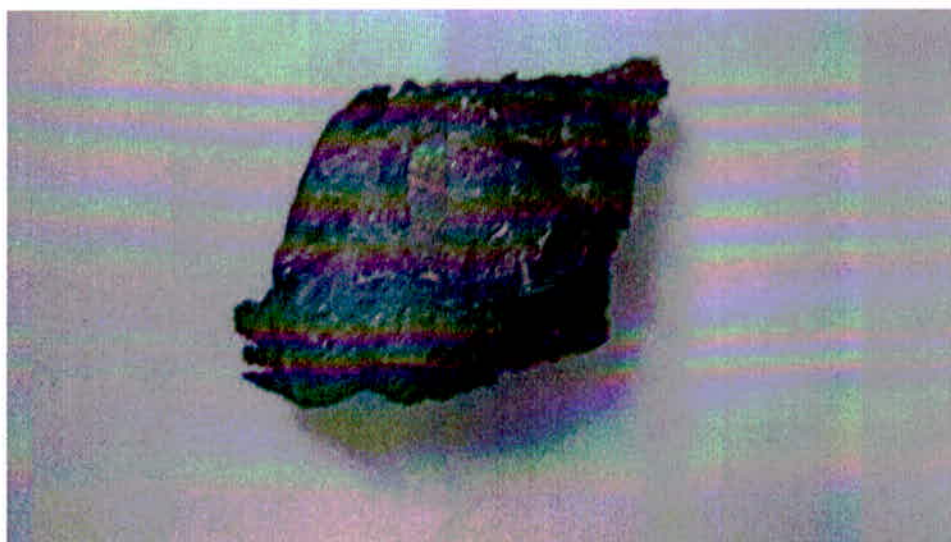
Figura 4 – Amostra 1, vista superior



Fonte: o autor

1ºAmostra: Grande concentração de resíduo como consta na figura 3, coloração preta fundida ao alumínio, esta reação ocorreu depois que adicionou o plástico, mais não posso dizer se realmente o plástico fundiu, ao acrescentar o plástico, teve dois problemas a grande quantidade de gases e o aumento de combustão do plástico dentro da lata. Quando adiciona o plástico ele concentra uma grande chama dentro do recipiente e quando essa chama se apaga o alumínio volta ao seu estado sólido. Resultado apresentado Figura 4 – Amostra 1.

Figura 5 – Amostra 1, vista inferior



Fonte: o autor

Podemos notar que a fundição além de não ficar homogênea teve uma grande concentração de alumínio, na parte inferior da amostra isto é, a parte que ficou em maior contato com a chama do maçarico. Considerações: Ocorreu uma série de erros, chama concentrada no centro da lata, o vaso com o refratário não aguentou a temperatura, ocorrendo trincas, teve grande consequência perda de calor, dificultando muito mais tempo para o alumínio chegar ao ponto de fundição. Um ponto positivo é que apesar do meio adotado para fundir o alumínio ao plástico, teve resultados satisfatórios, essa concentração de um resíduo preto na camada superior da peça foi lavada. Qual o intuito disso, visualizar se realmente é sujeira e foi constatado que é parte da amostra.

### 6.1.5 Experimento 2

Figuras 6 – Materiais, Cimento refratário 5 kg, lata de tinta 3,6L



Fonte: o autor

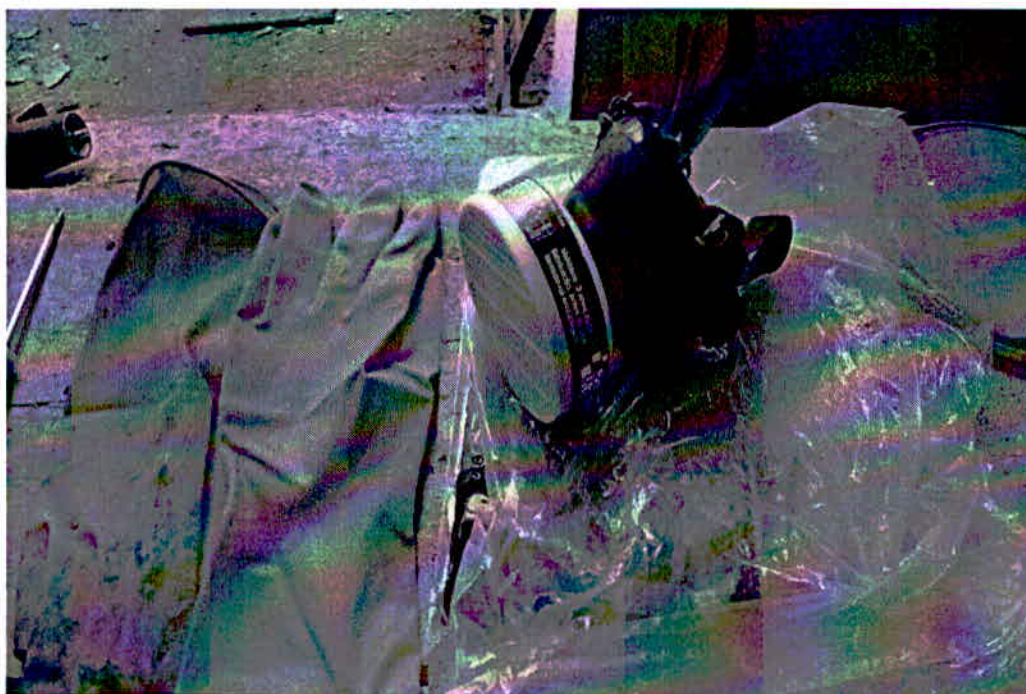
Figura 7 – Materiais, Maçarico, lata de conserva de alimentos



Fonte: o autor

Foi utilizado para construção do forno, cimento refratário, o mesmo foi aderido á lata de tinta 3,6L, um maçarico foi utilizado para aquecer as paredes da lata de tinta para que o cimento tomasse a forma da mesma. A lata de conserva de alimentos foi utilizada para que o alumínio e o plástico se fundissem, pois sua temperatura de fundição é maior do que a do alumínio que é de 660°C.

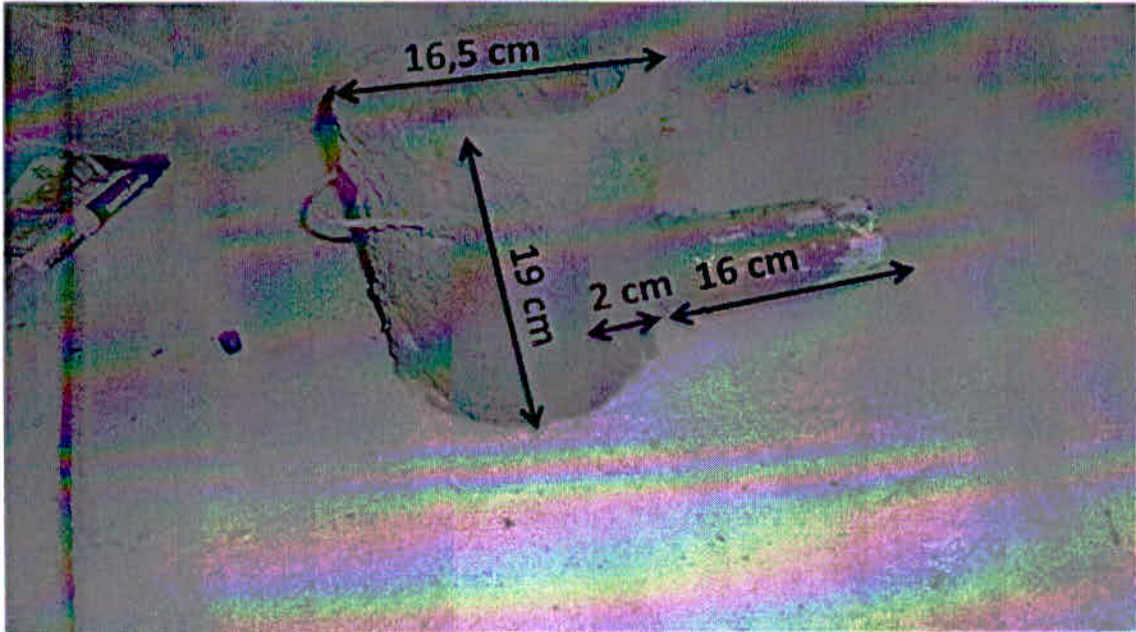
Figura 8 – EPIs, Luva e máscara para gases.



Fonte: o autor

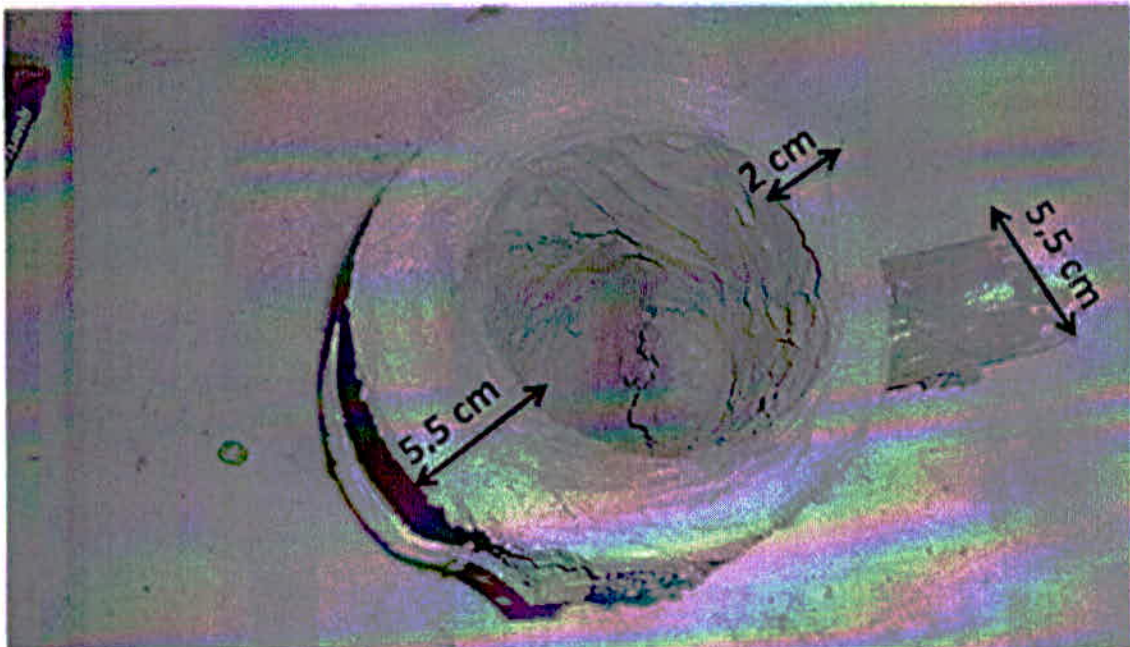
### 6.1.6 Construção do forno e fundição do alumínio ao plástico

Figura 9 – Dimensões



Fonte: o autor

Figura 10 - Dimensões

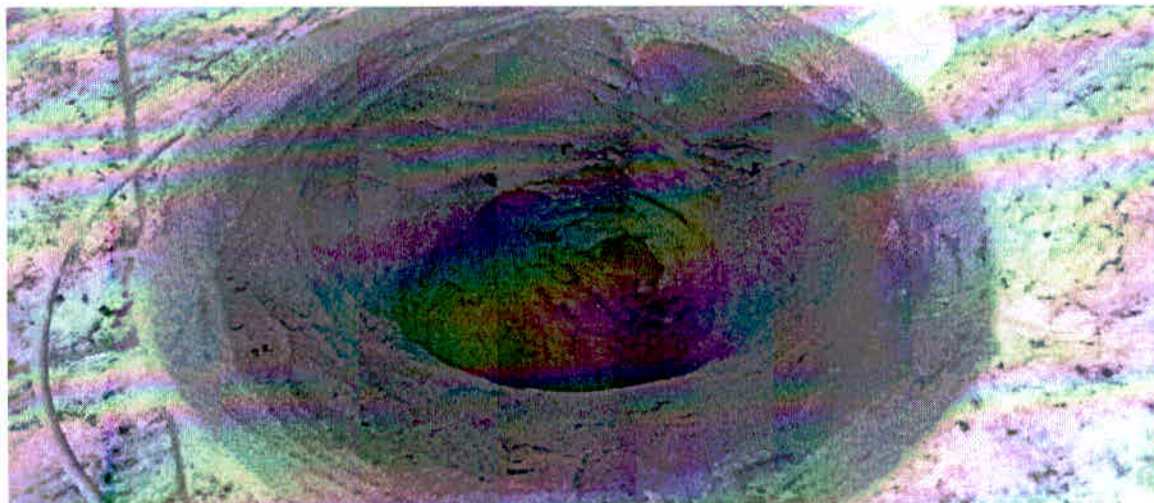


Fonte: o autor

1º Passo, preparação do cimento refratário, 5 Kg devem ser adicionados a 800 ml de água. Após a mistura, descansar por aproximadamente 15 minutos, misturar novamente e deixar descansar por 60 minutos. Depois de 60 minutos, o cimento não adquiriu consistência

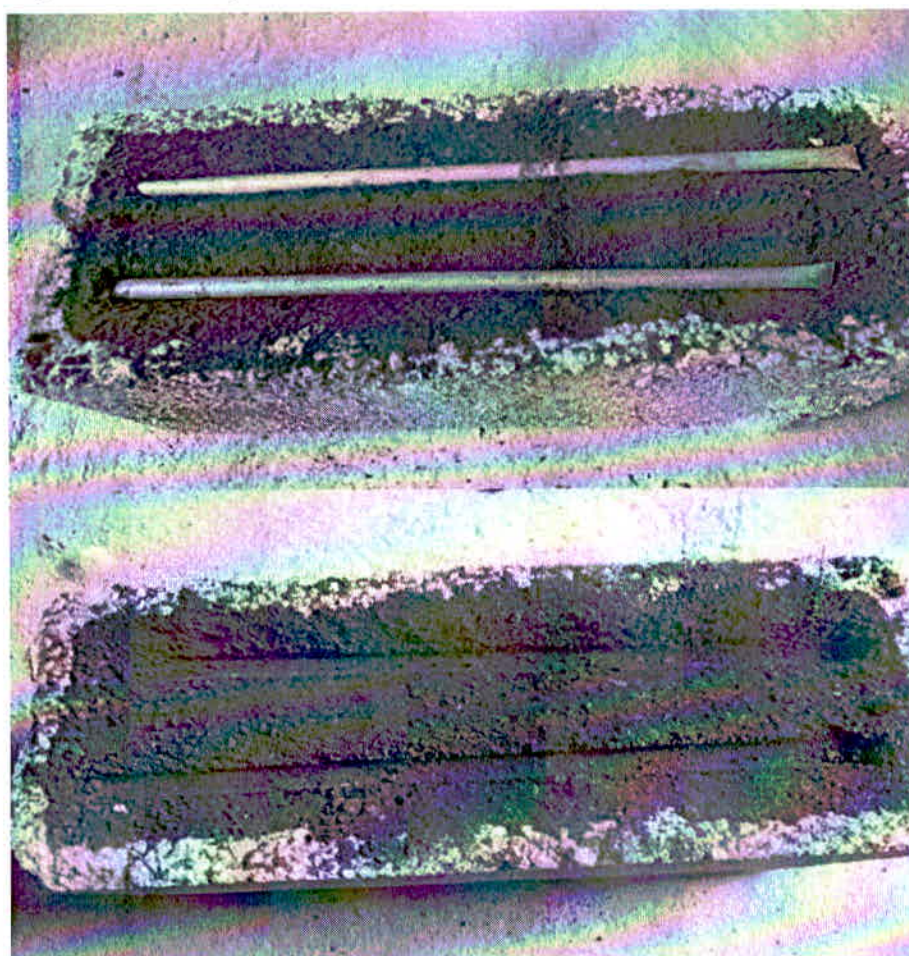
para ser aplicado nas paredes da lata de tinta, aplicando devagar o cimento e aquecendo o mesmo com o maçarico consegui revestir toda a lata com o cimento refratário.

Figura 11 - Resultado Final



Fonte: o autor

Figura 12 – Construção do molde



Fonte: o autor

Figura 13 – Pré-aquecimento do forno

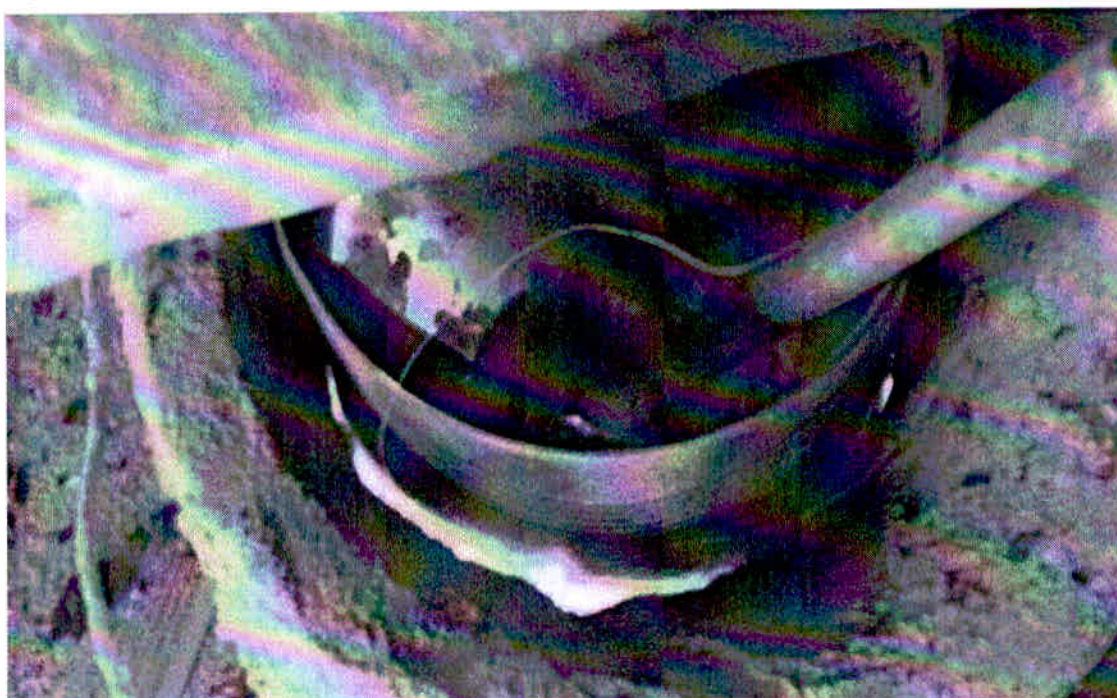


Fonte: o autor

Foi adaptado um secador na entrada, pois ele que irá gerar o ar para manter o carvão aceso gerando fonte de calor para fundir o alumínio ao plástico.



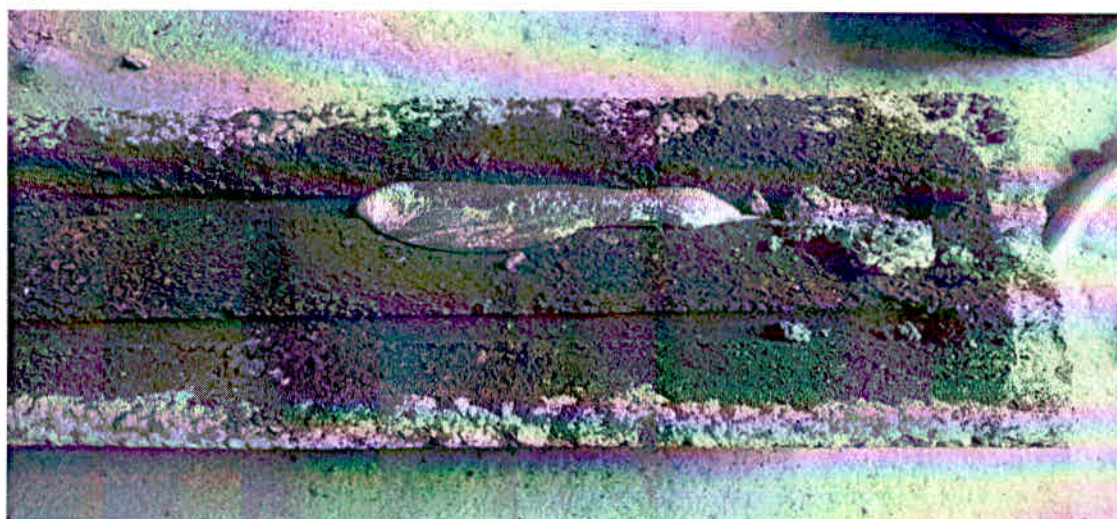
Figura 14 – Recipiente contendo alumínio e plástico.



Fonte: o autor

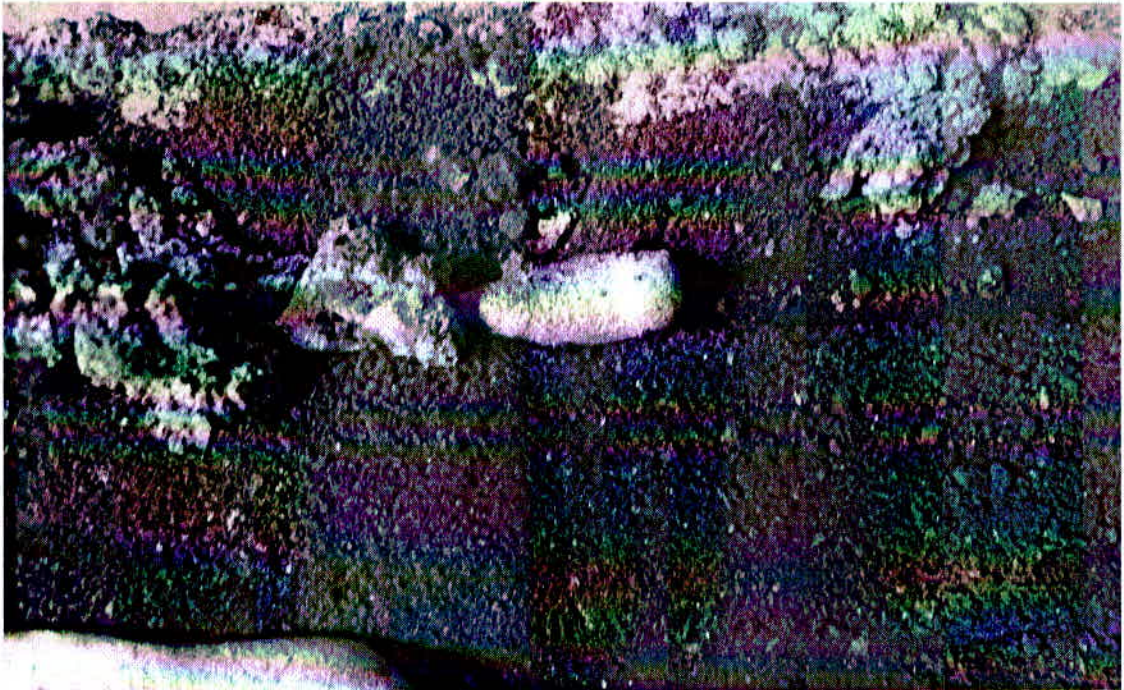
Foi adicionado o plástico e como podemos notar na figura 14, parte do alumínio voltou ao estado sólido, observei que era só acrescentar um grande volume de plástico que gerava muitos gases no ambiente tal como uma chama alta dentro da lata, aonde está acontecendo o processo de fundição, depois de extinta essa chama tinha que gerar mais calor para o alumínio voltar ao estado de fundição, conseqüentemente adicionado mais alumínio.

Figura 15 – Amostra 2



Fonte: o autor

Figura 16 – Amostra 3



Fonte: o autor

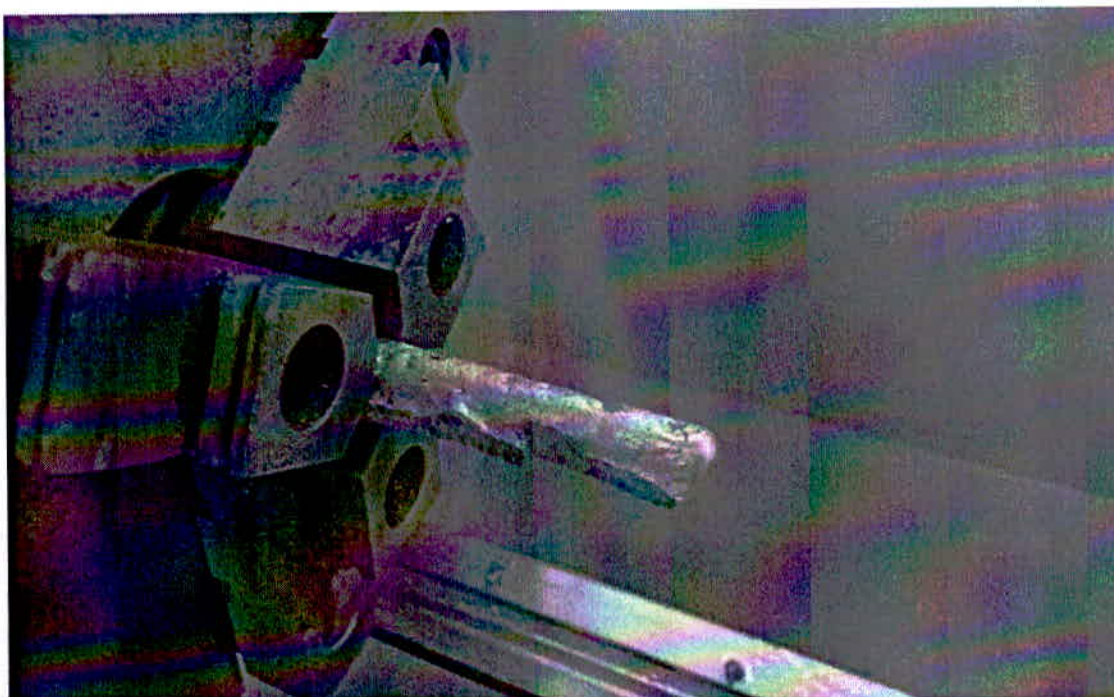
Podemos notar a esquerda que á um grande resíduo que ser formou devido a gases, a própria pintura da lata de refrigerante e mesmo ao processo atual utilizado para fundição.

No primeiro momento os testes seriam compostos, tração, compressão e dureza, mas, devido á dificuldade de fundir o alumínio ao plástico e do tamanho do corpo de prova gerado, suas características visuais, os testes não serão aplicados. Será realizado somente o teste de metalografia.

#### 6.1.7 Laboratório

Início dos testes obtidos com resultado da amostra (2,3). Não serão aplicados, testes de tração, compressão e dureza, descritos no penúltimo parágrafo.

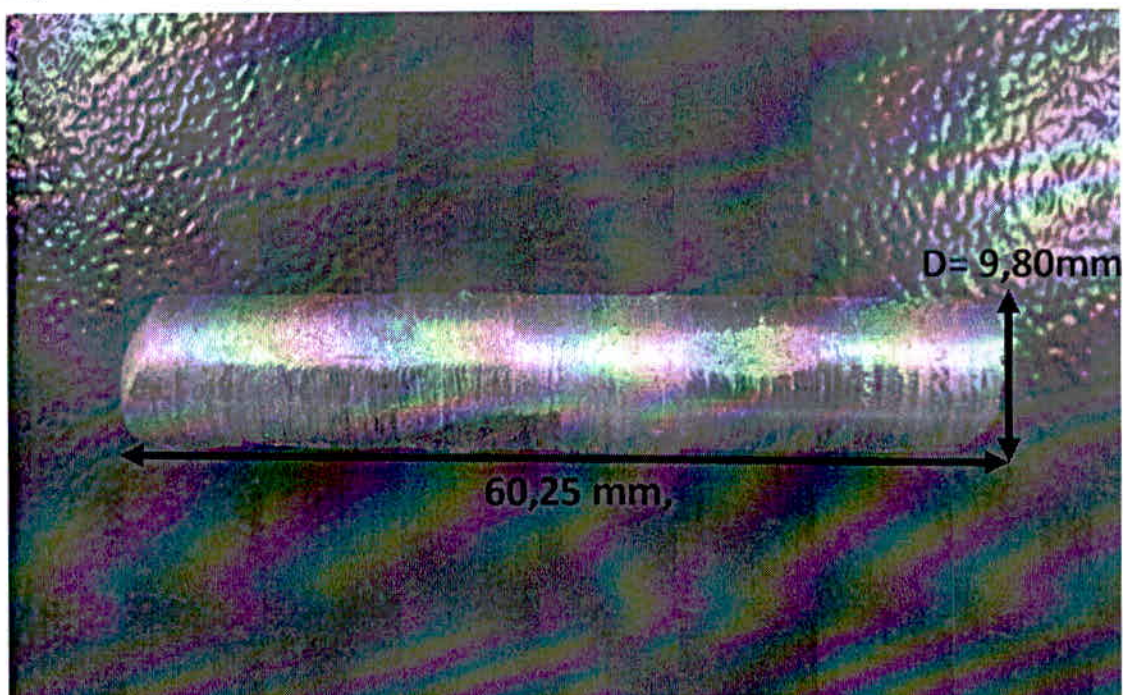
Figura 17 – Torno, amostra 2



Fonte: o autor

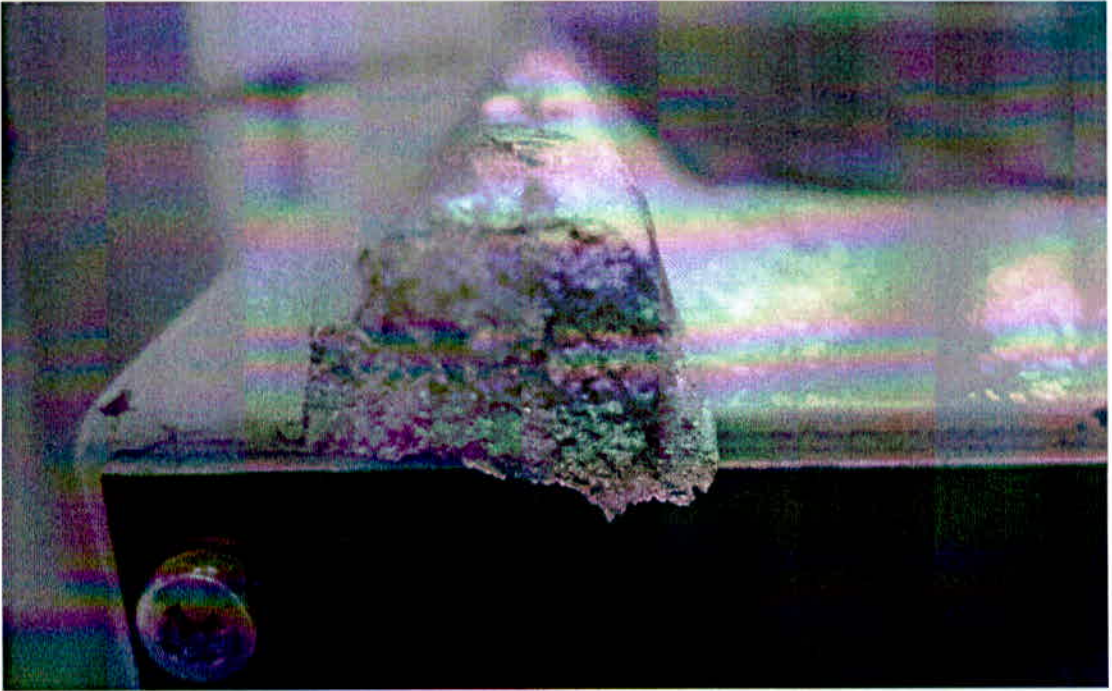
Utilizando o torno para que a peça se torne adequada para o teste de tração.

Figura 18 – Amostra 1, Peça Final



Fonte: o autor

Figura 19 – Amostra 2, Quebra da amostra



Fonte: o autor

O teste de tração como compressão e dureza foram cancelados, devido às dimensões da peça e suas características. Ao colocar a peça no torno e tentar torneá-la, a peça se partiu, pode notar que sua estrutura interna não está homogênea e o tamanho da peça diminuiu consideravelmente, tamanho real era de 122,5mm de comprimento e  $D=10,25\text{mm}$  aproximado, depois da quebra seu comprimento, está aproximadamente 62,25mm, Figura 19, amostra 2, enquanto que na Figura 18, amostra 1 seu comprimento aproximado é 60,25mm.

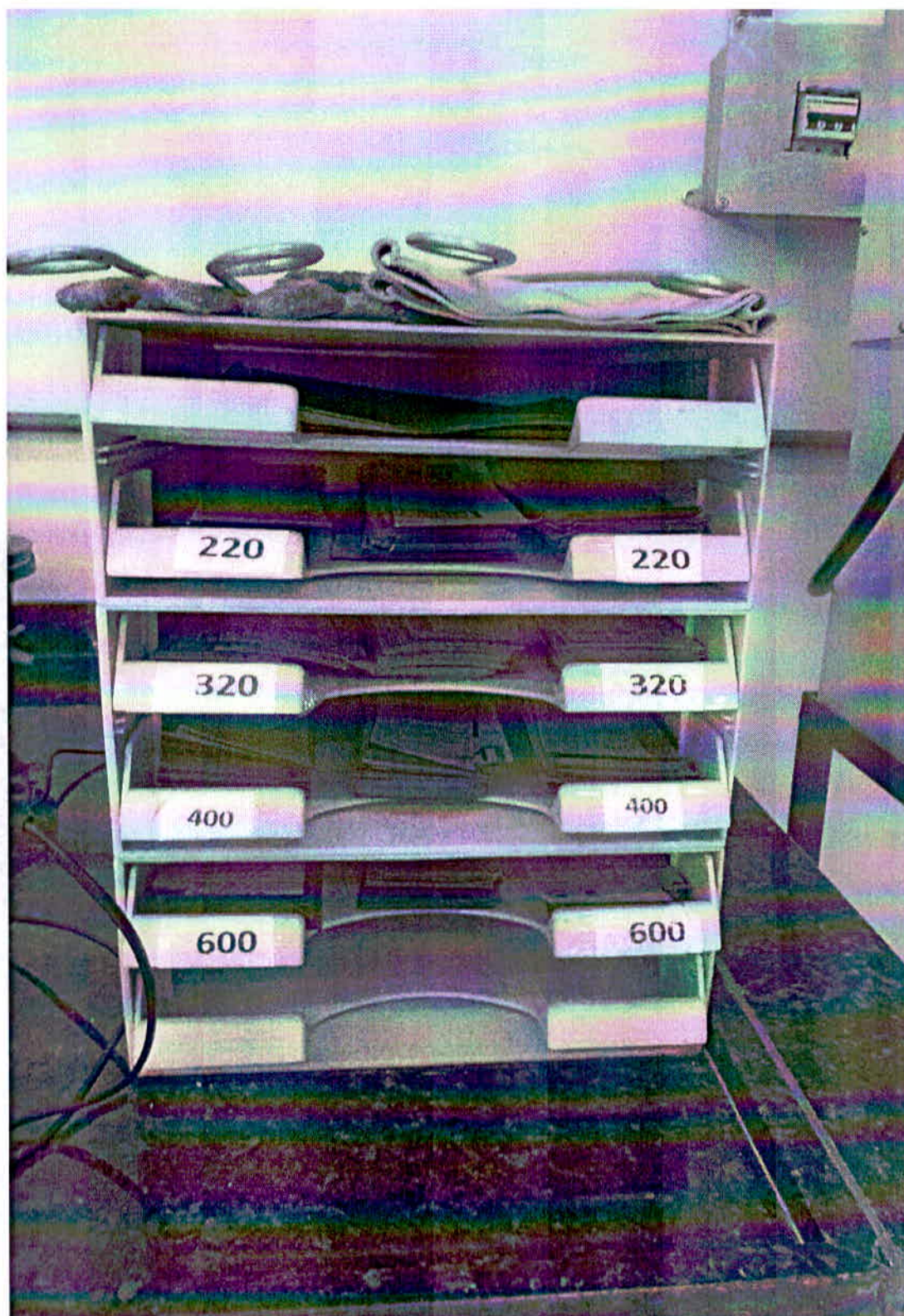
#### 6.1.8 Consumíveis para Metalografia

Figura 20 – Alumina, Álcool.



Fonte: Laboratório UNIS/MG

Figura 21 – Lixa



Fonte: Laboratório UNIS/MG

### 6.1.9 Experimento 3

Corte das amostras, limar as rebarbas, lixar a área até que não ache imperfeições, adicionar alumina quando a amostra entrar em contato com o disco próprio para polimento, ataque e apresentar resultado.

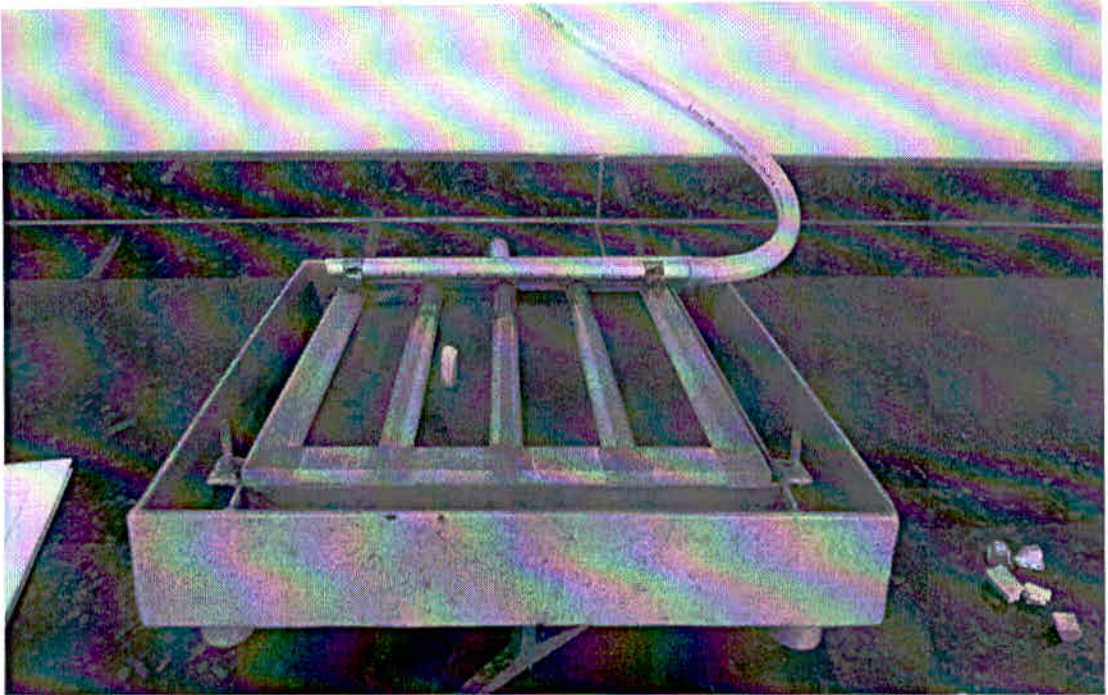
Figura 22 – Amostras



Fonte: o autor

Podemos notar que os cortes das amostras estão irregulares. As amostras deveriam ser retiradas por uma cortadeira (Policorte), devido ao processo de fundição a amostra gerada era muito inferior que comprimento recomendado, produziu-se uma peça de aproximadamente 122,5mm de comprimento, figura 15, amostra 2, pág. 25. Observação: á amostra se partiu após o processo de torneamento. Para o teste de metalografia foram retiradas, quatro amostras. Figura 22, pág. 30.

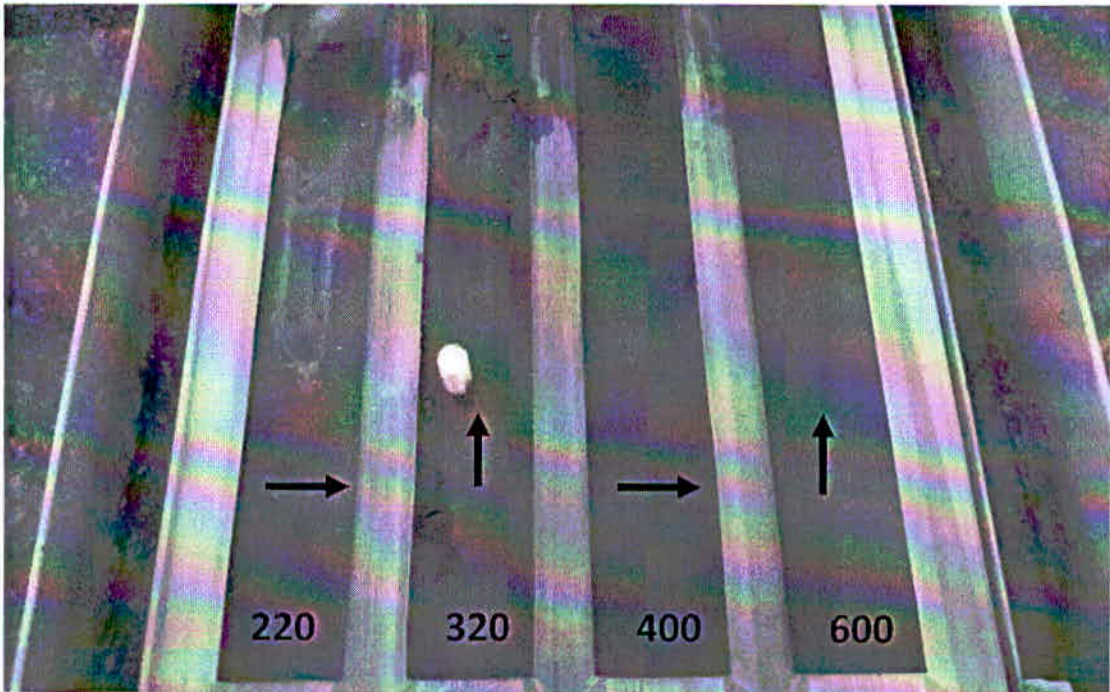
Figura 23 – Lixadeira Manual



Fonte: Laboratório UNIS/MG

1º Passo: Troca das lixas velhas de papel a prova D'água, por novas.

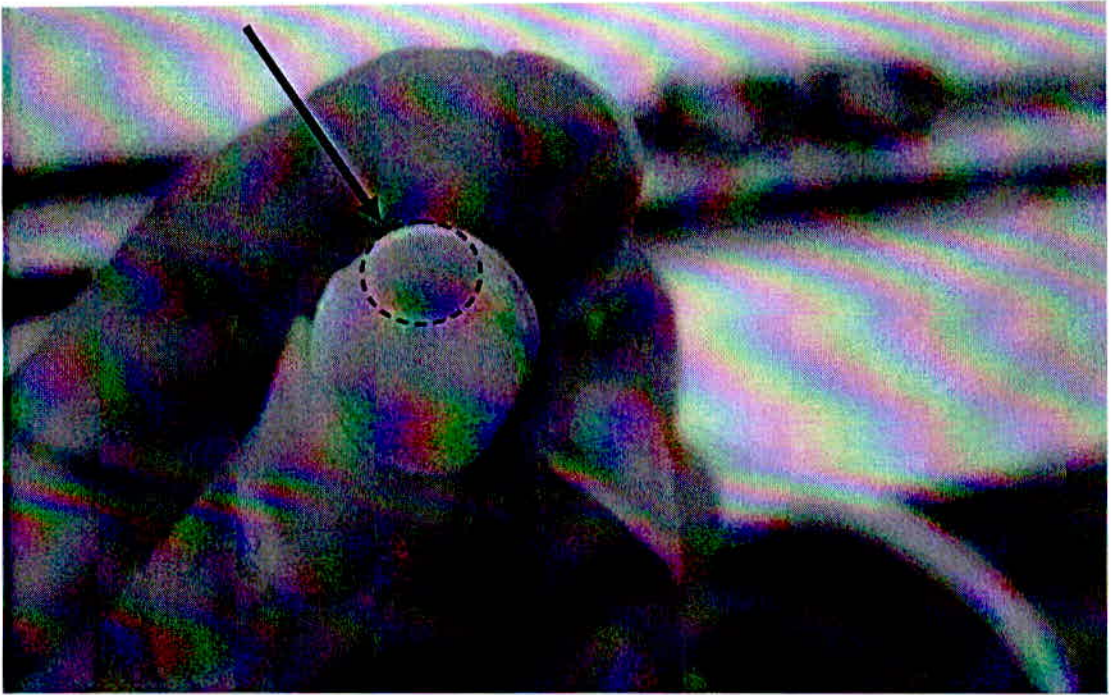
Figura 24 – Início do processo



Fonte: Laboratório UNIS/MG

Para melhor aproveitamento do experimento as ordens para lixar a amostra devem ser seguidas corretamente, lixa 220, 320, 400 e 600. Sempre lixar a amostra em sentido ao oposto. Por exemplo: Para cima, depois para a próxima lixa para o lado, como mostra na Figura 24, pág.31.

Figura 25 – Resultado

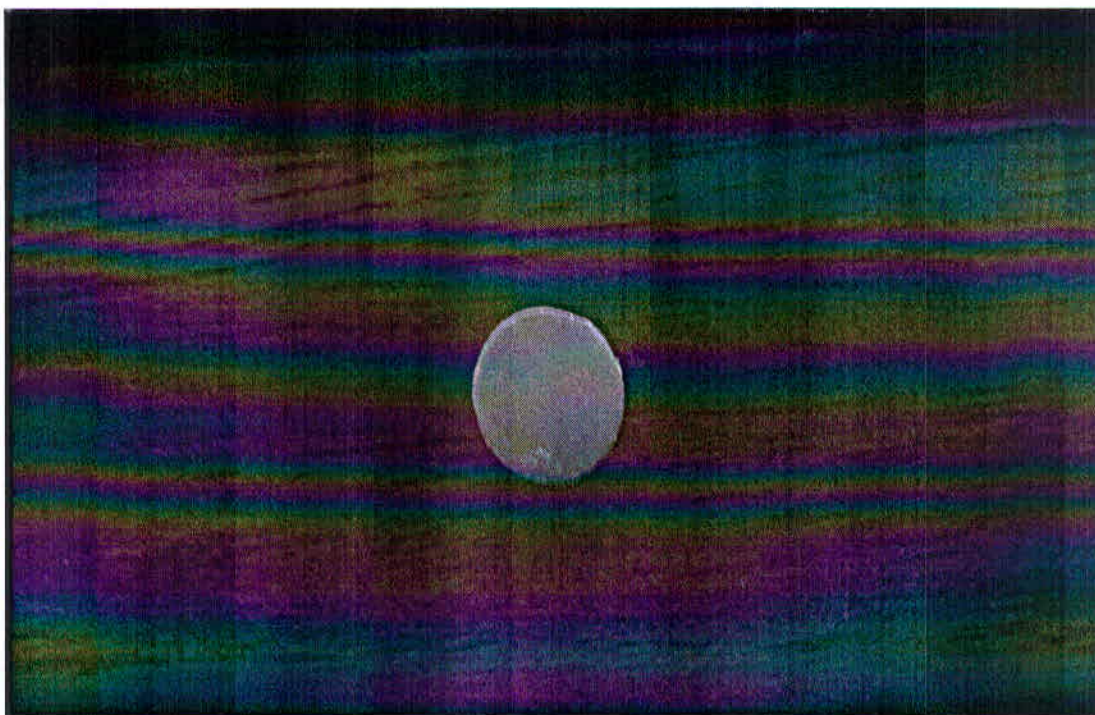


Fonte: o autor

Podemos notar uma diferença no acabamento final da peça, não foi seguido corretamente os sentidos na hora de lixar a peça. A superfície da amostra tem que estar lisa, sem imperfeições. O processo deve ser repetido novamente.



Figura 26 – Resultado após lixar corretamente



Fonte: o autor

Após passar pelas lixas, 220, 320, 400 e 600, lavar com água e depois álcool + algodão e secar, podemos visualizar que a superfície da amostra está lisa e apta para o próximo passo.

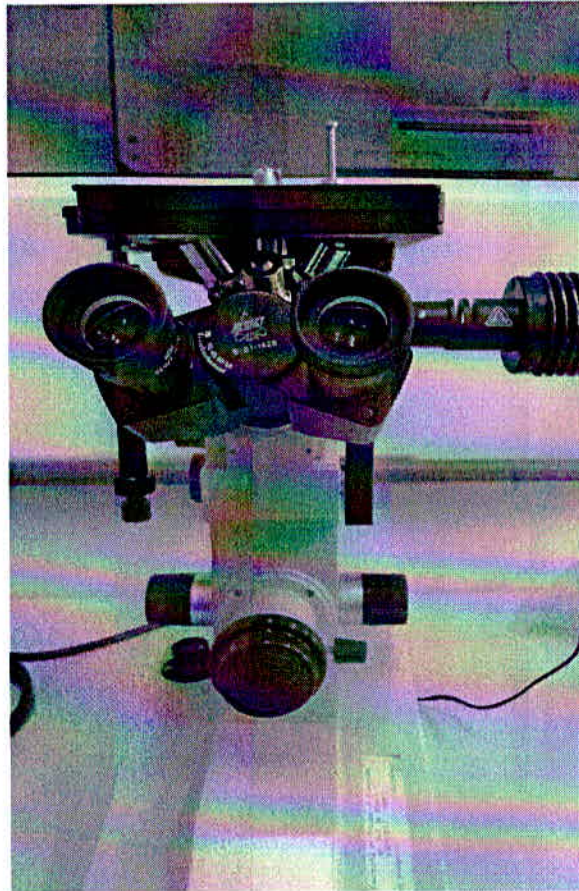
Figura 27 – Lixadeira - Politriz metalográfica



Fonte: Laboratório UNIS/MG

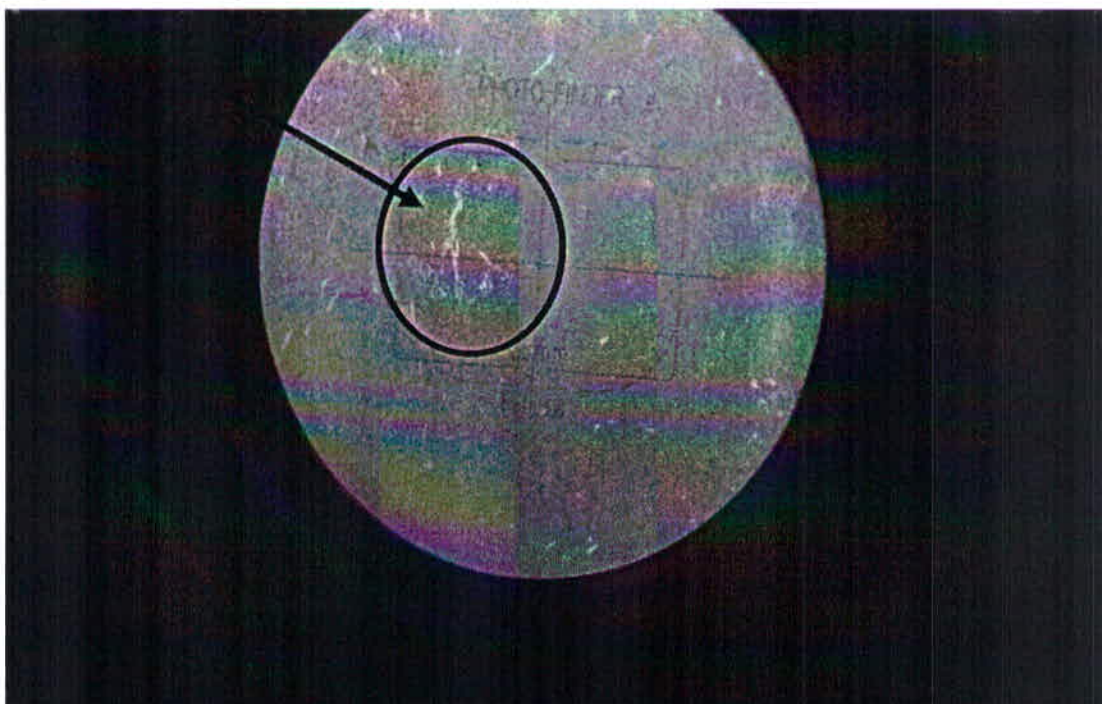
Adicionei alumina  $AL_2O_3$  líquida, depois a amostra, com a superfície devidamente lixada voltada para baixo sobre disco de polimento para dar o polimento desejado. Neste caso tem que estar bem espelhada, e no fim do processo não colocar de espécie alguma o dedo na superfície polida, somente lavar com água para tirar a alumina e depois algodão com álcool. Depois de secar visualizar sua estrutura pelo microscópio.

Figura 28 – Microscópio metalográfico



Fonte: Laboratório UNIS/MG

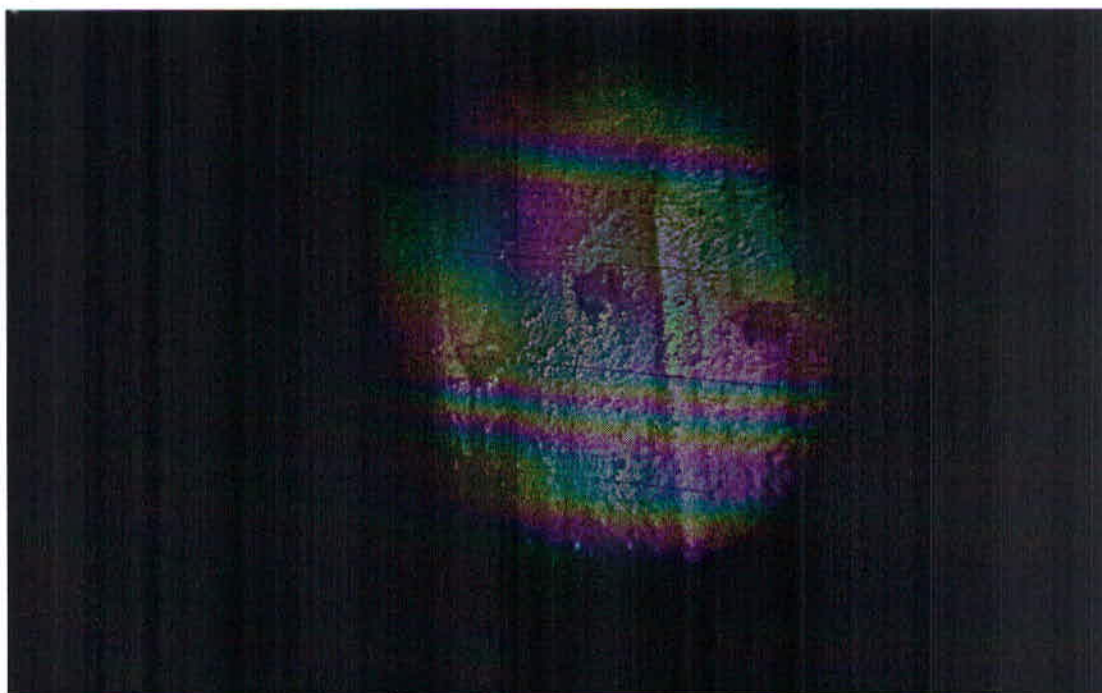
Figura 29 – Visualização da Amostra



Fonte: o autor

Figura 29, Onde está circulado podemos ver que se formou a liga de alumínio.

Figura 30 – Aumento do grau de visão da amostra



Fonte: o autor

Figura 31 – Classificação das inclusões

A Tipo Sulfeto		B Tipo Alumina		C Tipo Silicato		D Tipo Óxido, Globular		
Série fina Espessura até 4 $\mu$ m	Série grossa Espessura até 6 $\mu$ m	Série fina Espessura até 9 $\mu$ m	Série grossa Espessura até 15 $\mu$ m	Série fina Espessura até 5 $\mu$ m	Série grossa Espessura até 9 $\mu$ m	Série fina Espessura até 8 $\mu$ m	Série grossa Espessura até 12 $\mu$ m	
1								1
2								2
3								3
4								4
5								5

Fonte: ASTM -E- 45, Sociedade Siderúrgica Sueca

Podemos visualizar três pontos na amostra Figura 30, pág. 35, devido ao método utilizado para fundir o alumínio ao plástico, á micro trincas, buracos e demais imperfeições. Quanto mais imperfeições na amostra, estará mais provável a quebra. Obs.: Como aconteceu na hora de toronar a amostra ela se partiu. Pela tabela de inclusões, a amostra está entre: Tipo B: Alumina, Série Grossa, entre 4 e 5.

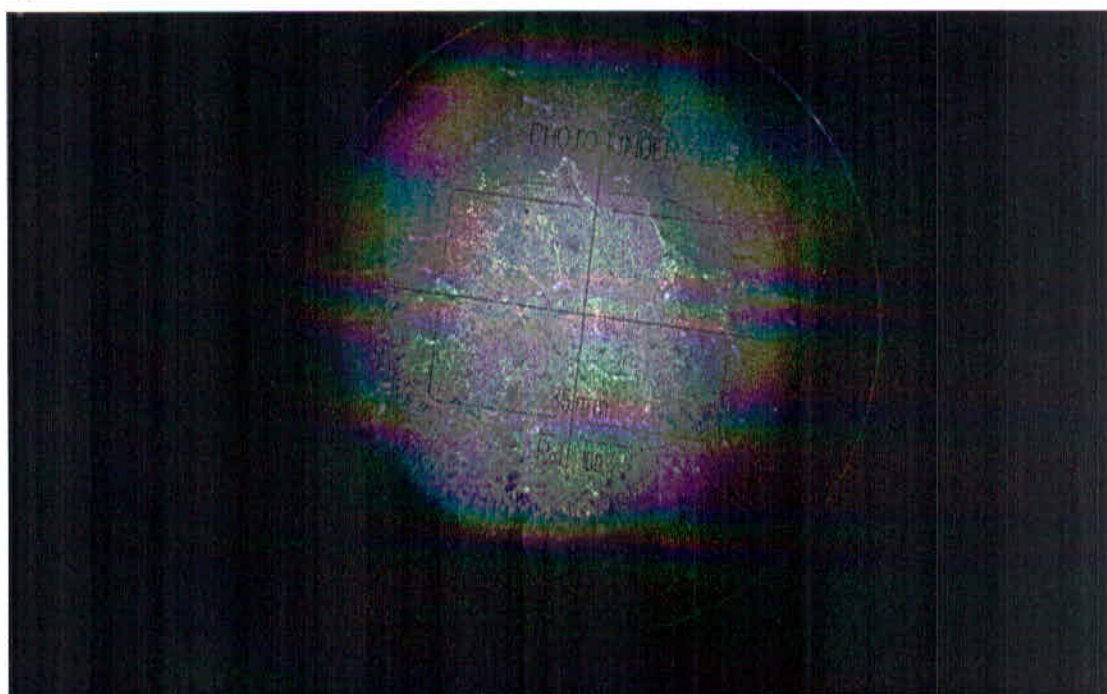
Figura 32 – Ataque da amostra



Fonte: Laboratório UNIS/MG

Utilizado no ataque da amostra, solução química: Nital (3% Ácido Nítrico. 97% Metanol, etanol, Alcool absoluto).

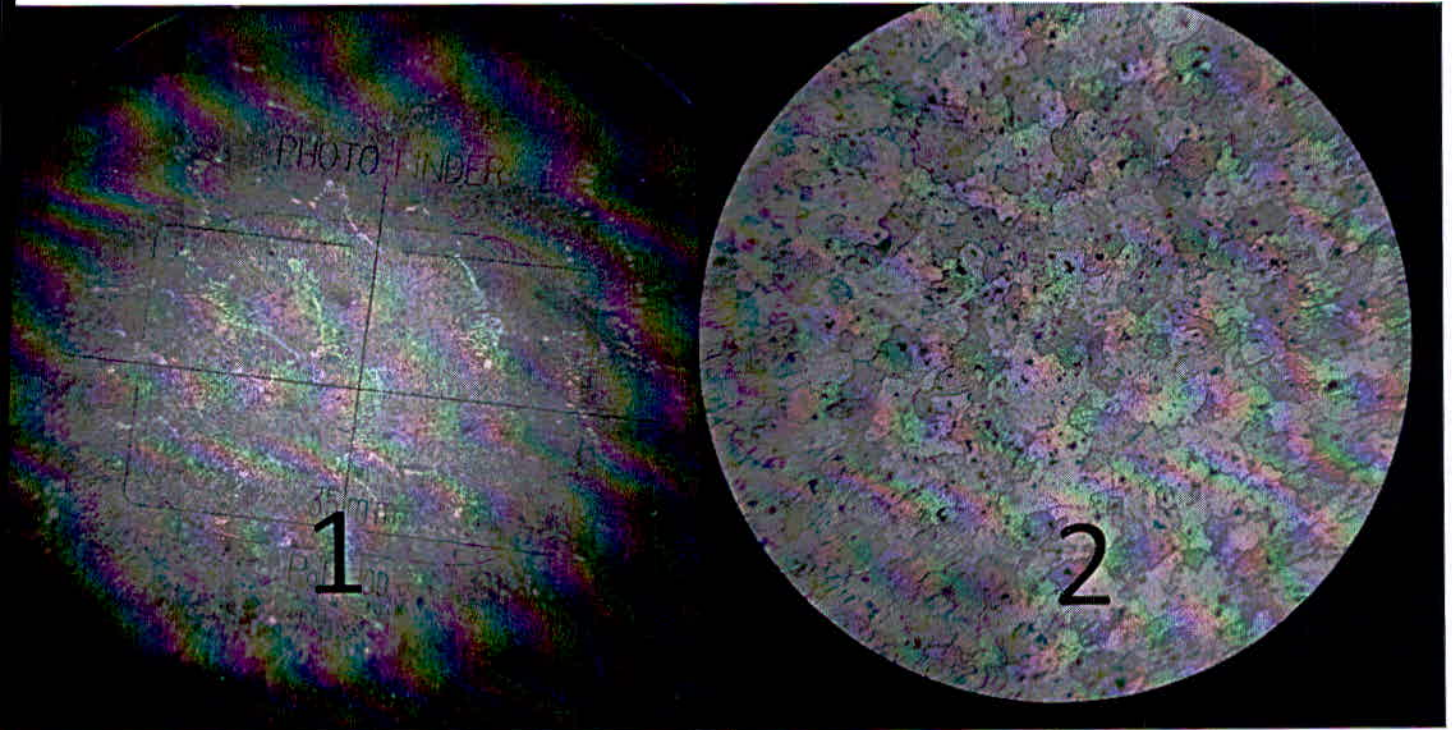
Figura 33 – Resultado Final



Fonte: o autor

Foi utilizado o meio de ataque aplicado no aço na expectativa de visualizar a estrutura após a fundição, mesmo que de forma inapropriada a estrutura formada pela fundição alumínio e plástico. O meio correto e pesquisado para o ataque é pelos reagentes, Lixívia de solda ou Ácido fluorídrico, que são responsáveis pelo Reativo universal para micrografia de ligas de alumínio.

Figura 34 – Comparação Amostra 1 e estrutura de um alumínio 2



Fotos: 1 o autor, 2 Engenheiro Metalúrgico Fernando Medina, Espanhol

Á uma grande diferença de uma estrutura para outra. Algumas pesquisas feitas na internet constam que o alumínio e algumas de suas ligas podem ser considerados como sendo um dos metais mais difíceis de preparar para observação metalográfica. A baixa dureza e a tenacidade do alumínio tornam-no muito susceptível á deformação, durante a preparação, levando a um tempo de preparo manual entre lixamento e polimento extremamente longo, o que torna trabalhosa e cuidadosa a preparação destas ligas.

## CONCLUSÕES

Não podemos afirmar se os materiais apresentados foram fundidos, alumínio e plástico, não podemos descartar que a estrutura foi totalmente mudada. Temos esta afirmação ao comparar a estrutura do alumínio apresentada, Figura 34, pág. 38. Um dos grandes erros foi tentar fazer a fundição em casa, devido a grande perda de temperatura, seu poder calorífico era perdido constantemente, pois o carvão se auto consome muito rápido. Nas condições ideais isto é num forno adequado, temperatura correta e constante, sem perdas, tratamento dos gases e evitando outra forma de contaminação, com certeza seria comprovada a fundição entre o alumínio e o plástico.

Talvez dois fornos um com temperatura de 660°C que é temperatura de fundição do alumínio e outro forno com temperatura de 260°C que é a temperatura de fundição do plástico, e um duto que ligasse esses dois produtos, talvez teríamos um material apropriado para o uso.

Um dos pontos positivos foi que apesar das dificuldades para fundição nota-se que acrescentando um volume maior de plástico dentro do recipiente e o alumínio já estando no estado de fundição ocorre uma grande chama e o alumínio praticamente fica sólido, aquecendo novamente e adicionando mais alumínio, essa mistura fica homogênea, o porém é que a lata de refrigerante tem tinta isto é pintura, e essa pintura se separa da fundição, formando resíduos, ou contaminantes.

Os resultados seriam mais plausível se a amostra fosse gerada através de um Forno com temperatura constante, tratamento dos gases, e mistura separada e somente após os dois estando em temperatura de fundição que os mesmos se unissem por meio de um duto que direcionasse os dois até um molde. Apesar de não poder confirmar se houve ou não a fundição dos dois, podemos notar que a temperatura da amostra é diferente da primeira amostra feita com maçarico, uma é mais fria do que a outra, outro ponto é que a segunda amostra feita em um forno caseiro se tornou quebradiça, podemos ver na Figura 19, pág. 28, o, porém é que apesar da dificuldade de se trabalhar com a fundição foi criado um corpo de prova apresentável para o teste de metalografia.

## REFERÊNCIAS

COLPAERT, H. **Metalografia dos produtos siderúrgicos comuns**. São Paulo, SP. Ed. Da Universidade de São Paulo, 1974

**MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING** Na introduction, William D. Callister, Jr. – John Wiley & Sons, Inc, New York, NY, 1991

SÃO CARLOS Apr./June 1998, **Polímeros** Vol.8 n°2

SEBASTIÃO V. CANEVAROLO JR. **Ciência dos polímeros** 3ª Edição 2006.

COSTA E SILVA, A. L. e MEI, P. R. **Aços e ligas especiais**. Sumaré, SP. ELETROMETAL, Metais Especiais, 1988.

CFET-SP, **Tecnologia Mecânica**. Centro Federal de educação tecnológica..

TUDO SOBRE PLÁSTICO, **Contratipos**. Disponível em:  
[www.tudosobreplasticos.com/](http://www.tudosobreplasticos.com/) (Acesso em agosto de 2015).

REVISTA DIGITAL, **Plástico**. Editora QD Ltda. Junho de 2015 – n°488. Disponível em:  
[www.plastico.com.br/revistas/pm488/index.html#/0](http://www.plastico.com.br/revistas/pm488/index.html#/0) (Acesso em setembro).

INGENIERO METALÚRGICO UNEXPO PUERTO ORDAZ, **Metalografia do alumínio**. Disponível em: [www.metalografiainsitu.blogspot.com.br/2010/04/metalografia-de-aluminio.html](http://www.metalografiainsitu.blogspot.com.br/2010/04/metalografia-de-aluminio.html), (Acesso em setembro de 2015).