



CENTRO PAULA SOUZA



ETEC "PROF.^a ANNA DE OLIVEIRA FERRAZ"

TÉCNICO EM MECÂNICA

LUIZ FERNANDO DEL PASSO

MAQUIS CARRINO

EDUARDO RODRIGUES LIMA DOS SANTOS

LUIZ HENRIQUE DA SILVA SANTANA

FLÁVIO FERREIRA LIMA

METROLOGIA
MESA DE SENOS

ARARAQUARA
2014

Luiz Fernando Del Passo
Maquis Carrino
Eduardo Rodrigues Lima Dos Santos
Luiz Henrique Da Silva Santana
Flávio Ferreira Lima

METROLOGIA

MESA DE SENO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a ETEC "Prof.^a Anna de Oliveira Ferraz", do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, como requisito para a obtenção do diploma de Técnico de Nível Médio em Técnico em Mecânica sob as orientações do Profº Donizete Roberto Pereira e Profº Edson Mello.

ARARAQUARA

2014

Luiz Fernando Del Passo
Maquis Carrino
Eduardo Rodrigues Lima Dos Santos
Luiz Henrique Da Silva Santana
Flávio Ferreira Lima

METROLOGIA

MESA DE SENO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Etec Profa. Anna de Oliveira Ferraz como exigência parcial para obtenção do título de **Técnico em Mecânica**, sob orientação dos professores Donizete Roberto Pereira e Edson Mello.

Aprovado em 26 de Novembro de 2014.

Banca Examinadora:

Prof. Orientador: Donizete Roberto Pereira

Prof. Orientador: Edson Mello

Prof. Avaliador:

Dedicamos este trabalho aos professores, por suas dedicações e orientações, aos colegas de classe que não nos deixaram desistir de nossos objetivos, e aos nossos pais pelo apoio.

AGRADECIMENTO

Agradecemos primeiramente a Deus, por estar sempre ao nosso lado; a nossa família pelo apoio e motivação; aos nossos amigos pelo encorajamento para que nunca desistíssemos; e ao nosso orientador Prof. Donizete por todo seu esforço e dedicação em nos ensinar.

A história não é mecânica, porque os
homens são livres para transforma- lá.

(Ernesto Sabato)

RESUMO

Mesas de Seno são equipamentos de precisão utilizados para dimensionar ou executar usinagem em peças com geometria angular e podem equipar várias Máquinas operatrizes, tais como: Eletroerosão à penetração, Frezas Convencionais ou CNC, Centros de Usinagem verticais ou horizontais, Retíficas Planas convencionais ou CNC. Descritivamente são duas placas de aço planas em paralelo uma da outra. Entre eles, em extremos opostos existem duas barras (eixos) de aço com tratamento superficial, que espaçam as placas. Funcionam como uma grande dobradiça de porta. A placa inferior pode ser apertada na mesa da Máquina operatriz. A placa da parte superior articula-se em uma das barras (eixos) assentando uma das Barras (eixos) em Blocos Padrões (da face do eixo até a face de assento existente na placa fixa), para conseguir o ângulo desejado. Sendo que a distância entre as barras é muito importante no cálculo do ângulo. As Mesas de seno geralmente são identificadas por esta distância.

Palavras-chave: Metrologia. Mesa de seno.

ABSTRACT

Sine tables are precision equipments used to scale or perform machining parts with angular geometry and can equip various Production Machineries such as: conventional EDM penetration, Conventional or CNC milling machines, machining centers vertical or horizontal, or CNC Grinders Planes. Descriptively are two flat steel plates in parallel to each other. Among them, there are at opposite ends of two rods (shafts) of steel with surface treatment, which space the plates. Function as a large door hingers. The bottom plate may be clamped on the machine tool table. The top plate is divided into one of the bars (axis) becoming one of the bars (axis) in Blocks Standards (the face of the shaft to the seat in the face of existing fixed plate), to achieve the desired angle. Since the distance between the bars is very important in calculating the angle. The sine tables are usually identified by this distance.

Keywords: Metrology. Mesa Sine.

Lista de Figuras

Figura 1 - Mesa de Seno Simples	12
Figura 2 - Mesa de Seno Magnética	12
Figura 3 - Mesa de Seno Magnética Dupla	13
Figura 4 - Mesa de Seno com Base Giratória	13
Figura 5 - Instruções de Uso	14
Figura 6 - Marca Padrão Na Pedra	18
Figura 7 - Medida Antiga	19
Figura 8 - Composição Química Aço 1020	21
Figura 9 - Composição Química Aço 1045	24
Figura 10 - Visão Das Moléculas Aço 1045	27
Figura 11 - Propriedades Aço 1045	27
Figura 12 - Propriedades Aço 1045	29
Figura 13 - Bloco Padrão	33
Figura 14 - Tipos de Bloco Padrão	33
Figura 15 - Acessório de Blocos Padrão	36
Figura 16 - Cortando Materiais	38
Figura 17 - Fresagem	38
Figura 18 - Fresa de Topo	39
Figura 19 - Fresa de Topo	39
Figura 20 - Fresagem	40
Figura 21 - Fresa de Desbaste	40
Figura 22 - Fresa de Desbaste	41
Figura 23 - Tarugo	41
Figura 24 - Fresa de Acabamento	42
Figura 25 - Passando Relógio Comparador	42
Figura 26 - Preparo da Morsa	43
Figura 27 - Centralizando Furo	43
Figura 28 - Centralizando Furo	44
Figura 29 - Furando	44
Figura 30 - Furo	45
Figura 31 - Traçagem de Peças	45
Figura 32 - Traçagem	46
Figura 33 - Furação na Radial	46
Figura 34 - Furação na Radial	47
Figura 35 - Furo de Centro	47
Figura 36 - Furo da Dobradiça	48
Figura 37 - Quebra de Canto	48
Figura 38 - Rosqueadeira	49
Figura 39 - Fazendo Rosca	49
Figura 40 - Rosqueando	50
Figura 41 - Terminado a Rosca	50
Figura 42 - Voltando a Rosqueadeira	51
Figura 43 - Rosqueando	51
Figura 44 - Rosqueando	52
Figura 45 - Rosqueando	52

Figura 46 - Rosca Pronta.....	53
Figura 47 - Acabamento da Rosca	53
Figura 48 - Escariador.....	54
Figura 49 - Escariador.....	54
Figura 50 - Furando a Base	55
Figura 51 - Máquinas Utilizadas	55
Figura 52 - Broca de Centro.....	56
Figura 53 - Furando.....	56
Figura 54 - Furando.....	57
Figura 55 - Furando com a Broca	57
Figura 56 - Terminando o Furo.....	58
Figura 57 - Fazendo o Rebaixo	58
Figura 58 - Fazendo o Rebaixo	59
Figura 59 - Fazendo o Rebaixo	59
Figura 60 - Escariando.....	60
Figura 61 - Escariando.....	60
Figura 62 - Torneando Eixo.....	61
Figura 63 - Usinando.....	61
Figura 64 - Eixo	62
Figura 65 - Conferindo Berço.....	62
Figura 66 - Montagem da Mesa de Seno	63
Figura 67 - Mesa de Seno Montada	63
Figura 68 - Mesa de Seno Pronta	64

SUMÁRIO

Introdução.....	11
1 Mesa de seno.....	12
1.1 Técnica de utilização	14
1.2 Medição de pequenos ângulos	15
2 O nascimeto da metrologia	16
4 Aço 1020.....	21
4.1 Forjamento:	21
4.2 Tratamento térmico:.....	22
4.3 Normalização:	22
4.4 Cementação:.....	22
4.5 Têmpera:	22
4.6 Revenimento:.....	23
4.7 Nitretação:	23
5 Aço 1045.....	24
5.1. Recozimento pleno ou total.....	25
5.2. Recozimento para alívios de tensões.....	25
5.3 Normalização.....	26
5.4. Têmpera	28
6 Blocos padrão	30
6.1 Definição.....	30
6.2 Tipos.....	30
6.3 Fabricação.....	31
6.4 Normas e fabricante	32
6.5 Apresentação – jogos.....	34
6.6 Aspectos operacionais	34
6.7 Acessórios.....	35
6.8 Comprimento de um bloco padrão	36
6.9. Aderência das superfícies	37
7. Imagens do processo na prática.....	38
8. Cronograma	65
9. Lista de materiais	66
10. Conclusão	67
Referências	68
Anexo	69

INTRODUÇÃO

Uma Mesa de seno é assim que nomeada, porque para estabelecer um ângulo, o "seno" a função da trigonometria é usada para calcular a altura dos Blocos Padrões que precisam estar entre a barra (eixo) de giro e a placa inferior. Se você tem uma calculadora científica então este cálculo é muito fácil, porém se você não tem procure o seno do ângulo equivalente em um livro técnico de mecânica (Cassilas, Manual Prático do Mecânico e etc.), que têm tabelas como o seno, o cosseno e o tangente, já calculados para todos os ângulos, porém geralmente estes ângulos são divididos em minutos e não em decimais. Certifique-se de que você usa as conversões apropriadas. Se existe a necessidade de dimensionar ou usar uma peça com geometria angular, certamente você precisará de uma Mesa de Seno e mais ainda, se você precisa fazer uma peça de reposição sob encomenda com geometria angular e não existe desenho, certamente você precisará medir exatamente com precisão os ângulos da peça. A mesa de seno tem a limitação de ângulo de 90° , ela pode ser usada em laboratórios de metrologia e em máquinas de usinagem, e a precisão dela é de centésimos de mm.

1 MESA DE SENO

É um equipamento de medição utilizado em laboratórios de metrologia, e também em equipamentos de usinagens, por exemplo: frezas, retificas, furadeiras, etc...

Alguns tipos de mesa de seno:

Figura 1 Mesa de Seno Simples



Fonte: Mesa de Seno Simples Vertex

Figura 2 Mesa de Seno Magnética



Fonte: Mesa de Seno Magnética Simples Vertex

Figura 3 Mesa de Seno Magnética Dupla



Fonte: Mesa de Seno Magnética Dupla Vertex

Figura 4 Mesa de Seno com Base Giratória

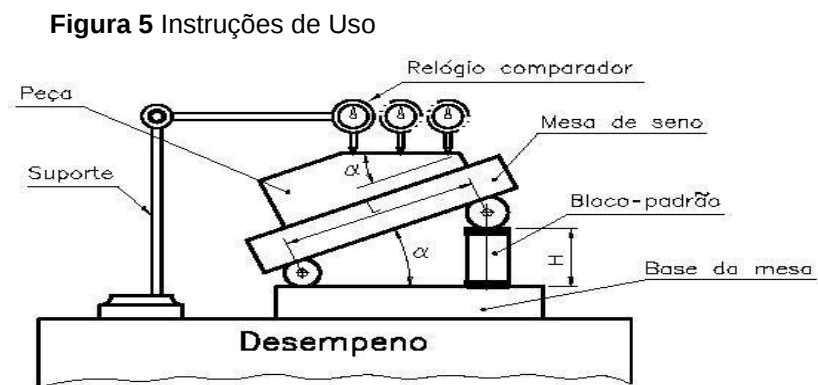


Fonte: Mesa de Seno com Base Giratória Vertex

1.1 TÉCNICA DE UTILIZAÇÃO

Para medir o ângulo de uma peça com a mesa de seno, é necessário que a mesa esteja sobre o desempenho e que tenha como referência de comparação o relógio comparador.

Se o relógio, ao se deslocar sobre a superfície a ser verificada, não alterar sua indicação, significa que o ângulo da peça é semelhante ao da mesa. Com a mesa de seno com contrapontas, podemos medir ângulos de peças cônicas. Para isso, basta inclinar a mesa, até a superfície superior da peça ficar paralela à base da mesa. Dessa forma, a inclinação da mesa será igual à da peça fixada entre as contrapontas.



Fonte: Portalindustrial.xpg.uol.com.br

H=Altura do bloco padrão

L=comprimento entre eixos

$\text{Seno } \alpha = H/L = H = \text{seno } \alpha \cdot L$

Exemplo:

H=?

L=200mm

$\text{Seno } \alpha = 30^\circ$

$\text{Seno } \alpha = H/L$

$\text{Seno } 30^\circ = H/200 = 0.5 = H/200 = H = 0.5 \cdot 200 = 100\text{mm}$

1.2 MEDIÇÃO DE PEQUENOS ÂNGULOS

Nessa medição, a mesa de seno e a mesa de seno com contrapontas possuem uma diferença de plano (dp). Essa diferença de plano varia de acordo com os fabricantes, sendo que as alturas mais comuns são de 5, 10 e 12,5 mm.

Para obter a igualdade de plano colocam-se blocos-padrão que correspondam à diferença de altura entre a base e o cilindro. Com esse recurso podemos fazer qualquer inclinação, por menor que seja, e ainda usar blocos-padrão protetores.

2 O NASCIMENTO DA METROLOGIA

O homem e a metrologia dependem mutuamente desde tempos imemoriais. Mas uma certa forma de metrologia considerar-se ser mais antiga que o próprio homem.

Não nos é difícil imaginar um dos primeiros primatas a medir de alto a baixo o seu rival antes de iniciar uma luta. Todos os animais procuram mostrar-se maiores em situações de conflito, quer eriçando os pêlos ou as penas, quer erguendo-se, elevando assim seu porte. Tudo isto nada mais é do que evidenciar uma dimensão e outro contendor está de fato de medir (a olho, é certo) todo o tamanho do rival. Esta medição, todas as medições, está sujeita a erros e a incertezas; daí que a aparência pode camuflar a verdadeira dimensão do animal exibicionista. Mas medir de fato consiste e intencionalmente, terá sido já uma atividade humanóide, recorrendo a instrumentos também rudimentares – uma vara, uma pedra ou qualquer parte do corpo – mas sempre procurando comparar com uma dimensão que serve de referência.

Mas para medir – comparando – toma-se necessário definir unidades, criar padrões, comparar instrumentos de medição com o padrão.

Ora a moderna metrologia tem como principal objetivo garantir que se medem valores de determinada grandezas que são reprodutíveis e que são semelhantes internacionalmente.

3 EVOLUÇÃO DA METROLOGIA

Ao longo dos tempos, a definição de metrologia não tem sido questão totalmente pacífica. Entendia alguns que a metrologia construía um “domínio dos conhecimentos relativos a medição”. Outros, apoucando a metrologia, sugeriam que era um conjunto de técnicas que assessoravam a instrumentação!

Mas há muito que a metrologia ultrapassou a fase de ser considerada como um domínio do conhecimento dentro da instrumentação ou conjunto de conhecimentos abrangendo várias ciências. Agora é reconhecida como uma verdadeira ciência, embora recorrendo a muitas outras – como é normal em todos os domínios e ciências.

Metrologia (metrology / métrologie)

Ciência da medição e suas aplicações

Nota: A metrologia compreende todos os aspectos teóricos e práticos da medição, qualquer que seja a incerteza de medição e o domínio de aplicação.

Vocabulário internacional de metrologia, 3ª Edição, *IPQ Novembro 2008*

A metrologia contém o domínio de tudo o que se relaciona com a medição, todos os aspectos teóricos e práticos, quer se fale de exatidão da ordem dos femtossegundos – cujos instrumentos de medição são calibrados em laboratórios primários com recurso às mais altas tecnologias – ou de ordem das horas, quer seja ou com utilização do metro de madeira do retalhista que é submetido a uma operação de verificação metrológica legal pelos serviços municipais, ou de blocos-padrão que podem ter incertezas de alguns nanômetros.

A metrologia é uma importante ferramenta que começou a ter regras mais ou menos bem definidas já nos primeiros atos mercantilistas – a um comprimento ou

uma massa (termo muito confundido com peso) correspondida um preço. Daí que os primeiros padrões que se conhecem eram tipicamente se comprimento, “peso” e volume. Mesmo a organização internacional de adoção de padrões ainda é conhecida como conferência geral de pesos e medidas.

Ainda hoje é possível verificar à entrada de algumas fortificações (que protegiam cidades) uma marca gravada na pedra que servia de padrão de comprimento para os negócios que decorressem naquela úrbe.

Figura 6 Marca Padrão Na Pedra



Fonte: (<http://www.catim.pt/CatimPDFSmetrologia-introducao.pdf>)

São muitos antigos os vestígios de utilização de técnicas de medição e de manutenção de padrões de referência. Não era de qualquer modo possível fazer os grandes monumentos egípcios, maias ou azetecas sem método de medição cuidados e mesmo sem padrões de referência.

Refira-se, a propósito de construções faraônicas, que elas só puderam ser feitas porque as técnicas de medição eram já bastante evoluídas, quer medindo distâncias, quer medindo ângulos. Os arquitetos reais do antigo Egipto, há cerca de 5000 anos, tinham por função calibrar o padrão de unidade de comprimento, o cúbito¹ real, em cada lua cheia – era essa a periodicidade de calibração. Se ocorresse algum esquecimento ou a calibração fosse mal feita, os responsáveis eram punidos com a pena de morte! O padrão original – uma medida materializada, estava gravado numa placa de granito negro e eram feitas cópias de granito ou madeira, distribuídas pelos operários que procediam às medições. A gravidade atribuída ao não cumprimento das regras metrológicas de então, prendiam-se com o fato de que, se as medições ficassem mal feitas, os monumentos ficariam distorcidos e poderia haver influência na vida eterna do Faraó ou outro seu familiar.

Mas a história mais recente da metrologia mostra que a preocupação de uniformizar as unidades de medida e definir padrões que fossem de utilização universal continuou a preocupar os governantes. Começaram por ser utilizados padrões relacionados com o corpo humano: pés, braças, polegadas. Mas cedo se verificou que este método era muito falível, os palmos ou os pés eram, como hoje ainda são, de muito diferentes dimensões. Foi então mais ou menos regra que os padrões seriam baseados em dimensões dos chefes, quer se tratasse do chefe da tribo, do Raí ou do faraó. Mas também há reis grandes... e reis pequeninos!

Figura 7 Medida Antiga



Fonte: Metrologia-Introducao

Continuavam assim a existir grandes diferenças de unidades, mesmo quando baseadas no mesmo tipo de padrão. Resultaram muitos conflitos, alguns bastante acesos, pois que diferenças de unidade correspondiam a custos sofridos por uma das partes quando se tratava de negociar produtos.

França é o pai que serve de referência para mostrar os esforços para unificação de unidades. São conhecidas tentativas no século XIV na definição e aplicação de unidades universais, mas com êxito obtido foi escasso. No século XVII deu-se um avanço quando se adaptou com certo êxito a “Toise” (toesa em português) com um valor aproximado de 1,95 m e com submúltiplos (pés,

polegadas, linha e pontos). A materialização da toise num rumo de um castelo, perto de parís, de modo a que se pudessem comparar os padrões de trabalho distribuídos pelos comerciantes.

4 AÇO 1020

O aço GGD 1020 é um dos aços ao carbono mais comum utilizado como aço para cementação com excelente relação custo benefício comparado com aços mais ligados para o mesmo propósito. Possui excelente plasticidade e soldabilidade. Após cementação é beneficiado, mas possui menor capacidade de endurecimento, comparado com o GGD 8620, por exemplo.

Figura 8 Composição Química Aço 1020

C	Mn	Si	Cr	Al	P	S
0,17 — 0,24	0,30 — 0,60	0,40 — máx	— — —	— — —	0,04 — máx.	0,05 — máx.
0,18 — 0,23	0,60 — 0,90	0,15 — 0,35	0,30 — 0,40	0,02 — 0,05	0,025 — máx.	0,02 — 0,04

Fonte: (<http://www.ggdmetals.com.br/aco-construcao-mecanica/sae-1020/>)

Condições de Fornecimento – Fornecido com dureza máxima de 260 HB.

Aplicações: É utilizado em componentes mecânicos de uso como engrenagens, eixos, virabrequins, eixos-comando, pinos guia, anéis de engrenagem, colunas, catracas, capas.

4.1 FORJAMENTO:

O aço GGD 1020 deve ser realizado na temperatura mínima de 900°C e máxima de 1260°C.

4.2 TRATAMENTO TÉRMICO:

Recozimento: O tratamento deve ser feito na temperatura entre 850 – 870°C por no mínimo 1 hora para cada 25 mm. Resfriar lentamente no forno.

4.3 NORMALIZAÇÃO:

O tratamento deve ser feito na temperatura próxima de 920 – 950°C por no mínimo 1 hora para cada 25 mm. Resfriar ao ar. Em casos especiais pode se utilizar ar forçado.

4.4 CEMENTAÇÃO:

Podem ser utilizados os processos de cementação em caixa, a gás ou em banho de sal. A temperatura deve estar entre 900 – 925°C. O tempo de cementação deve ser controlado em função do potencial de carbono e da profundidade de endurecimento especificados. A cementação deve ser seguida pelo beneficiamento.

4.5 TÊMPERA:

A têmpera pode ser realizada diretamente após a cementação, bastando para isto diminuir a temperatura até 840 – 850°C, manter pelo tempo necessário para homogeneizar a temperatura na seção transversal e resfriar em água. A têmpera pode ser realizada também após a cementação com resfriamento do componente até a temperatura ambiente. Neste caso, utilizar o mesmo procedimento descrito.

4.6 REVENIMENTO:

Deve ser realizado imediatamente após a têmpera quando a temperatura atingir cerca de 70°C. O revenimento é realizado em temperaturas entre 150 – 200°C. No revenimento não há queda significativa da dureza, mas se garante uma melhor resistência à fratura e a formação de trincas superficiais na retífica.

4.7 NITRETAÇÃO:

Este aço pode ser nitretado para elevar a resistência ao desgaste pelo endurecimento superficial. Para a nitretação o componente deve ser no estado recozido. A nitretação poder ser por processo gasoso ou de plasma. A presença da Camada Branca é imprescindível, com uma espessura superior a 12 µm.

5 AÇO 1045

Figura 9 Composição Química Aço 1045

C	Mn	Si	Cr	Al	P	S
0,43 — 0,50	0,60 — 0,90	0,40 máx. ---	----- ---	----- ---	0,04 máx.	0,05 máx.
0,43 — 0,48	0,60 — 0,90	0,15 — 0,35	0,30 — 0,40	0,02 — 0,05	0,025 máx.	0,02 — 0,04

Fonte: (<http://www.ggdmetals.com.br/aco-construcao-mecanica/sae-1045/>)

1045 VT 45 aço com vasta aplicação na indústria mecânica, reunindo boa resistência e baixo custo. Indicado para forjamento, com boa resposta à têmpera, porém não recomendado para cementação. Eixos, cubos de roda, balancins, engrenagens, árvore de manivelas, pinos, parafusos, hastes de amortecedor, porcas e sapatas de trator (perfis especiais). Normalização a 900°C, aquecimento a 830 - 845°C e têmpera em água. Revenimento por 2 horas a 260°C [D=49HRC] ou 425°C [D=38,5HRC]. Barra de 25mm.

É bastante antiga a preocupação do homem em obter metais resistentes e de qualidade. O imperador romano Julio César afirmava no ano 5 a.C que os guerreiros bretões se defrontavam com o problema de suas armas entortarem após certo tempo de uso. Isso obrigava a interromper as lutas para consertar suas armas de ferro. Os romanos, por sua vez, já haviam descoberto que o ferro se tornava mais duro quando aquecido durante longo tempo em um leito de carvão vegetal e resfriado em seguida. Esse procedimento pode ser considerado a primeira forma de tratamento térmico, pois permitia a fabricação de armas mais duras e mais resistentes. Entretanto, foram necessários muitos anos para o homem aprender a lidar de modo mais eficiente com o calor e os processos de resfriamento para realizar o tratamento térmico mais adequado dos metais.

Não é nossa pretensão apresentar um estudo profundo da matéria, dado à sua abrangência, apenas, modestamente pretendemos introduzir os interessados nas noções fundamentais das atividades de tratamento térmico e o relativo

comportamento dos aços, nas suas diversas fases e processos. De modo geral, o tratamento térmico consiste em aquecer e resfriar uma peça de metal para que ela atinja as propriedades mecânicas desejadas como dureza, elasticidade, ductilidade, resistência à tração, que são as chamadas propriedades mecânicas do metal.

Objetivo desse trabalho é cruzar teoria com aulas práticas. Para a realização desse trabalho foram utilizadas seis amostras de aço ABNT 1045, dureza inicial de 176 HB. Onde cada uma sofreu um tratamento térmico, citado logo abaixo. Logo após os tratamentos térmicos desejados as amostras foram lixadas para eliminação de possíveis decarbonetação e oxidações. O ensaio de dureza foi realizado com auxílio de durômetro de bancada com penetrador de diamante, carga de 60 kg escala HRa e convertido para Dureza Brinell conforme a Norma ASTM E 140 e análise metalográfico para avaliar a microestrutura resultante do tratamento térmico.

Tratamentos Térmicos Realizados.

Recozimento Normalização.

Têmpera Revenimento.

5.1. RECOZIMENTO PLENO OU TOTAL.

Por meio do recozimento pleno do aço é possível diminuir sua dureza, aumentar a ductilidade, melhorar a usinabilidade e ajustar o tamanho do grão. Também são eliminadas as irregularidades resultantes de tratamento térmico ou mecânico sofrido anteriormente. O tratamento consiste em aquecer o aço numa temperatura acima da zona crítica. Após certo tempo o forno é desligado e a peça é resfriada no seu interior.

5.2. RECOZIMENTO PARA ALÍVIOS DE TENSÕES.

Consiste no aquecimento do aço a temperaturas abaixo do limite inferior da zona crítica, o objetivo é aliviar as tensões originadas, durante e/ou produzidas em operações de transformações mecânicas a frio, soldagem, ou usinagem. As tensões começam a serem aliviadas em temperaturas logo acima da ambiente. Entretanto, é aconselhável aquecimento lento até pelo menos 500°C para garantir melhores resultados.

O tratamento térmico de recozimento foi realizado em uma amostra de aço ABNT 1045, com dureza inicial de 176 HB, sendo que a temperatura de austenitização usada foi de 845°C. Após 20 minutos (tempo utilizado para homogeneização da peça) o forno foi desligado e ocorrendo-se o resfriamento da peça dentro do forno.

Aço ABNT 1045 Recozido

Matriz: Perlítica / Ferrítica em início de decomposição, microestrutura típica de aço médio carbono, com tratamento térmico de recozimento. 155 / 155 HB

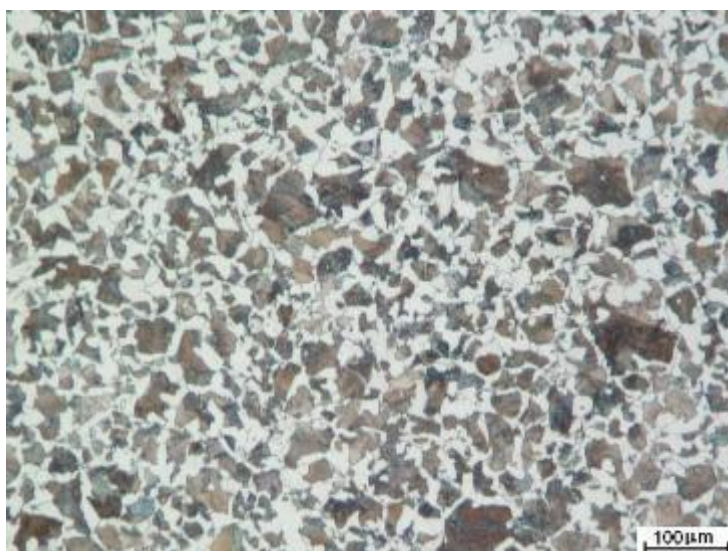
5.3 NORMALIZAÇÃO.

Em temperatura elevada, bem acima da zona crítica na faixa de 750°C a 950°C, os grãos de austenita crescem, absorvendo os grãos vizinhos menos estáveis. Esse crescimento é tão mais rápido quanto mais elevado for a temperatura. Se o aço permanecer muitas horas com há temperatura um pouco acima da zona crítica (exemplo 780°C), seus grãos serão aumentados.

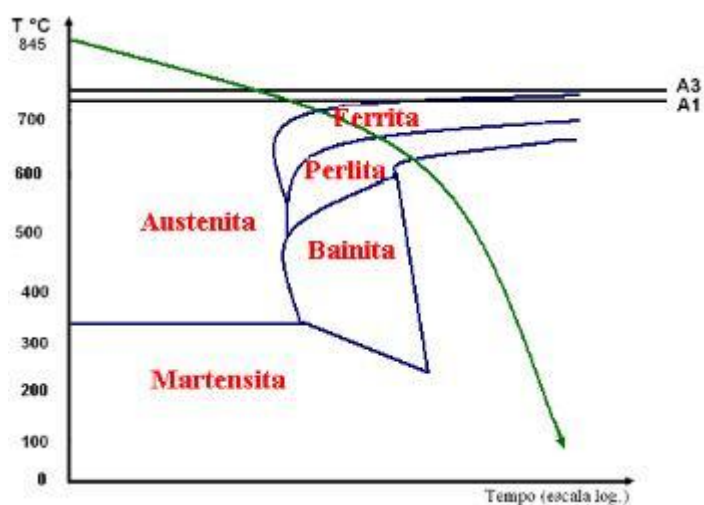
No resfriamento, os grãos de austenita transformam-se em ferrita e perlita, Suas dimensões dependem em parte do tamanho dos grãos de austenita.

Uma granulação grosseira torna o material quebradiço, alterando suas propriedades mecânicas. As fissuras (trincas) também se propagam mais facilmente no interior dos grãos grandes. Por isso, os grãos mais finos (pequenos) possuem melhores propriedades mecânicas. A normalização consiste em refinar (diminuir) a granulação grosseira da peça, de modo que os grãos fiquem numa faixa de tamanho considerada normal. No processo de normalização, a peça é levada ao forno com temperatura acima da zona crítica, na faixa de 750°C a 950°C. O material se transforma em austenita. Depois de um determinado tempo (horas), o forno é desligado. A peça é retirada, para se resfriar em temperatura ambiente com ar calmo.

O tratamento térmico de normalização foi realizado em uma amostra de aço ABNT 1045, com dureza inicial de 176 HB, sendo que, a temperatura de austenitização usada foi de 845°C. Após 20 minutos (tempo utilizado para homogeneização da peça) a amostra foi retirada para o seu resfriamento em temperatura ambiente com ar calmo.

Figura 10 Visão Das Moleculas Aço 1045

Fonte: (<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAXIYAA/tratamento-termico-aco-sae-1045>)

Figura 11 Propriedades Aço 1045

Fonte: (<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAXIYAA/tratamento-termico-aco-sae-1045>)

Aço ABNT 1045 Normalizado

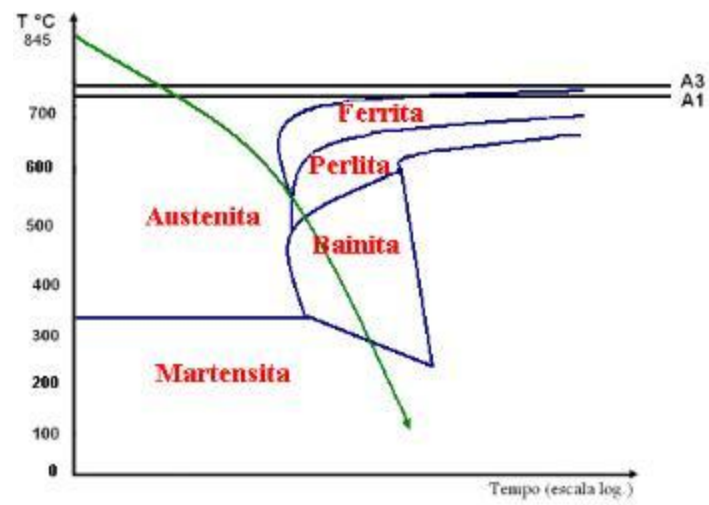
Matriz: Perlítica / Ferrítica, microestrutura típica de aço médio carbono, com tratamento térmico de normalização. 184 / 184 HB

5.4. TÊMPERA

Houve um grande avanço tecnológico quando o homem descobriu como conferir dureza ao aço. Os dentes da engrenagem, o engate do trem, o amortecedor do carro, as brocas, devem ser fabricados com aço endurecido, para suportarem os esforços a qual são submetidos. A têmpera é um processo de tratamento térmico dos aços destinado à obtenção de dureza. Uma têmpera feita corretamente possibilita vida longa à ferramenta, que não se desgasta nem se deforma rapidamente.

O processo consiste em aquecer o aço num forno com a temperatura acima da zona crítica. Para o aço-carbono, a temperatura varia de 750° C a 950°C. A peça permanece nessa temperatura o tempo necessário para se transformar em austenita. O que distingue esse tratamento é o seu processo de resfriamento. A peça retirada do forno é mergulhada apenas em água. (vale lembrar que o processo de resfriamento em água é para aços de baixo e médio teor de carbono, dependendo da composição química da peça tem que ser resfriada em óleo ou ar forçado). A temperatura cai de aproximadamente 850° C para 20° C. Trata-se de um esfriamento brusco. Quando a austenita é resfriada rapidamente, não há tempo para que se transforme em ferrita, cementita ou perlita. A austenita se transformará num novo constituinte do aço chamado de martensita.

O tratamento térmico de têmpera foi realizado em três amostras de aço ABNT 1045, com dureza inicial de 176 HB, sendo que, a temperatura de austenitização utilizada foi de 845°C. Após 20 minutos (tempo utilizado para homogeneização da peça) duas amostras foram retiradas e resfriadas em água e a outra em óleo. Com movimentos circulares para o resfriamento homogêneo.

Figura 12 Propriedades Aço 1045

Fonte: (<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAXIYAA/tratamento-termico-aco-sae-1045>)

6 BLOCOS PADRÃO

6.1 DEFINIÇÃO

Blocos padrão são padrões de comprimento ou ângulo, corporificados através de duas faces específicas de um bloco, ditas “faces de medição”, sendo que estas faces apresentam uma planicidade que tem a propriedades de se aderir à outra superfície de mesma qualidade, por atração molecular.

A característica marcante destes padrões está associada aos pequenos erros de comprimento, em geral de décimos ou até centésimos de micrometros (mm), que são obtidos no processo de fabricação dos mesmos. Em função disto, pode-se afirmar que os Blocos Padrão exercem papel importante como padrões de comprimento em todos os nível da Metrologia Dimensional.

6.2 TIPOS

Quanto à forma da secção transversal do bloco, esta pode ser quadrada, retangular ou circular. Os blocos de secção quadrada ou circular podem ou não ser furados no centro. As dimensões dos blocos de secção quadrada são normalizados pela norma GGGG-15, norma americana. A grande vantagem destes blocos é a estabilidade proporcionada pela forma da secção quando o mesmo é utilizada na posição vertical.

No Brasil praticamente não se utilizam este tipo de bloco. As dimensões dos blocos de secção retangular são normalizadas pela norma ISSO 3650 e outras. Os blocos maiores de 100 mm apresentam furos em cada extremidade, cuja finalidade é permitir a montagem de um dispositivo que garanta a união de uma composição formada por dois ou mais blocos.

6.3 FABRICAÇÃO

Material

Os blocos padrão são fabricados em aço liga, metal duro, cerâmica, entre outros. Para os blocos em aço, quando for exigida uma alta resistência ao desgaste, as superfícies de medição podem ser protegidas por dois blocos protetores, fabricados de metal duro (carbonetos sinterizados).

Como o aço tem tendência de alterar o seu volume com o decorrer do tempo a estabilidade dimensional dos blocos padrão pode ser significativamente afetada. Para minimizar este fenômeno usa-se liga que tenha uma boa estabilidade dimensional.

Na figura 9 é apresentado o resultado de calibração de blocos padrão entre 1970 e 1991, realizados no PTB, órgão primário em metrologia na Alemanha. Os blocos padrão calibrados, de comprimento 24,5 , 30 , 80 e 100 mm, nunca foram utilizados em processos de medição. Observa-se que dois blocos, o de 100 e 30 mm, apresentavam comprimento de valor próximo a 0,5 mm durante este período. Observa-se também que esta alteração ocorreu distintamente para cada bloco. Os blocos de 100 e 80 mm tiveram alteração de comprimento positiva e os de 30 e 24,5 mm tiveram alteração de comprimento negativa, isto é, reduziram seus comprimentos. Um bloco seria considerado estável caso seu comportamento fosse próximo daquele do exemplo da figura 8, isto é, as variações de comprimento são insignificantes e oscilam em torno da linha zero.

As variações de comprimento permitidas para cada bloco a cada ano, são em geral especificadas nas normas técnicas, como por exemplo a norma DIN 861. Os fabricantes de Bloco Padrão em cerâmicas a base de zircônio afirmam que este efeito é significativamente menor nestes blocos, como veremos adiante.

É importante que se tenha conhecimento do coeficiente de expansão térmica do material e do módulo de elasticidade a fim de que, quando usado em medições criteriosas, os correspondentes erros possam ser compensados.

Para os blocos de aço até cerca de 100 mm de comprimento, eles são inteiramente temperados. Nos comprimentos maiores apenas os extremos são endurecidos. Para realizar o alívio de tensões, aplicam-se diversos processos de “envelhecimento artificial” de acordo com a composição química do aço utilizado.

O elevado grau de acabamento das superfícies de medição é obtido através de lapidação fina, que assegura grau de planicidade e ao mesmo tempo, uma rugosidade baixíssima das mesmas.

6.4 NORMAS E FABRICANTE

Relaciona-se a seguir algumas normas e recomendações técnicas referentes a definição, tipos e uso de blocos padrão.

Alemã: DIN 861, DIN 2260 VDE/VDI 2605 (Blocos Padrão angulares)

Francesa: NF E 11-010

Inglesa: BS 4311 (Blocos Padrão de seção retangular) BS 5317 (Blocos Padrão de seção circular, “barras”) e NPL SPECIFICATION MOY/SCMI/1B (Blocos Padrão angulares).

Suíça: VSM 57100

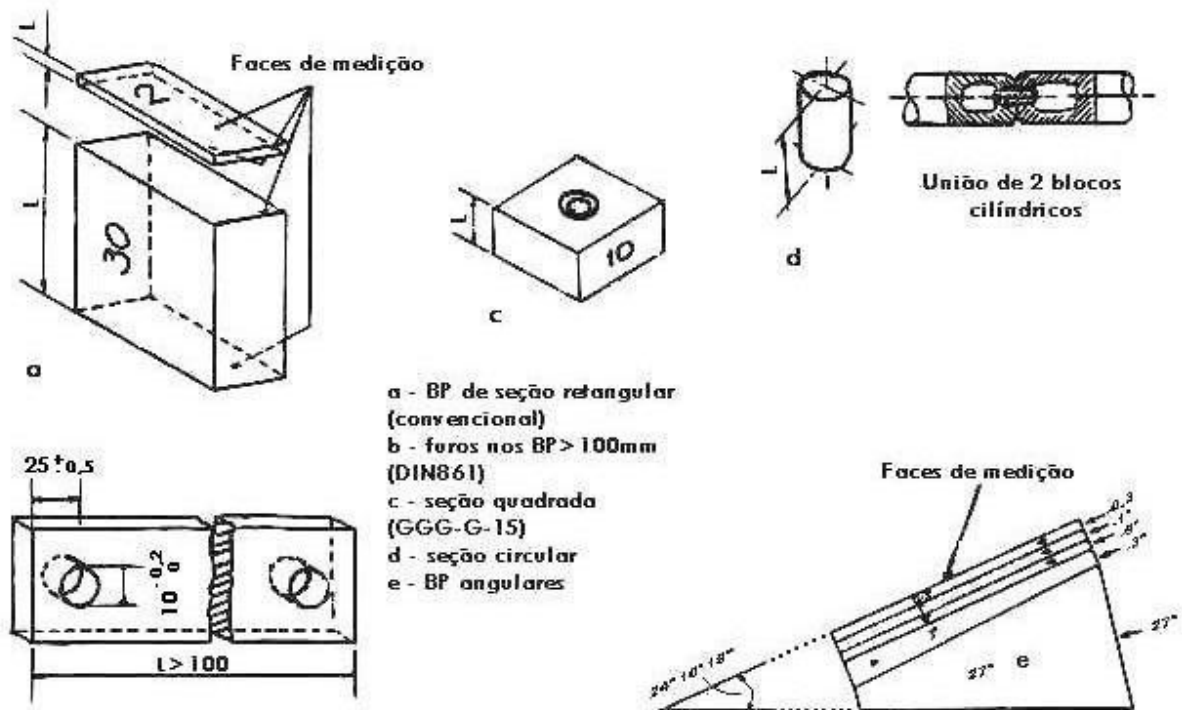
Japonesa: JIS B 75063

Americana: GGG-G-15

Internacional: ISO 3650

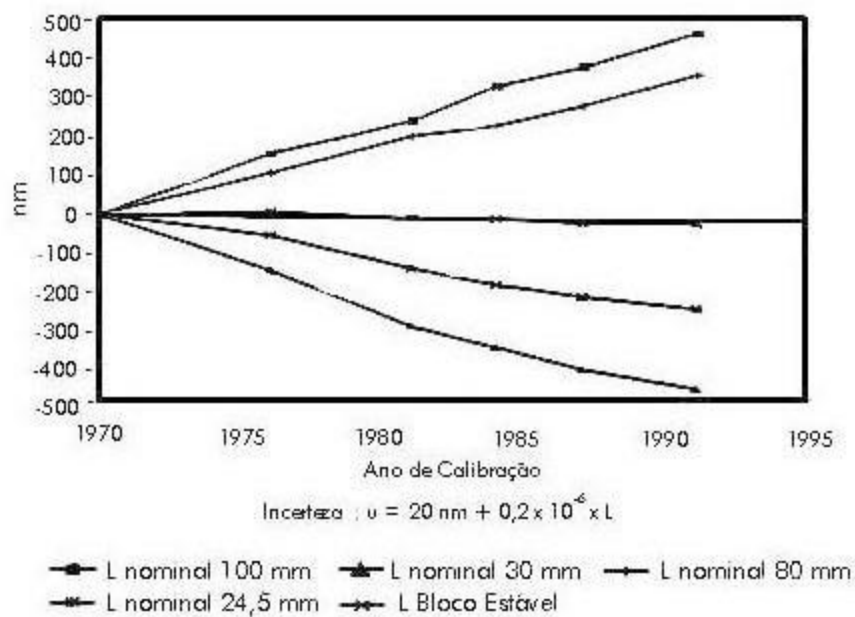
Como principais fabricantes no mundo citam-se: CARL ZEISS, KOBA, MITUTOYO, KURODA, MATRIX, STARRETT-WEBBER, CEJ, MAHR, TESA, etc.

Figura 13 Bloco Padrão



Fonte: (http://www.joinville.udesc.brportalprofessoresverianomateriais02_BlocosPadrao.pdf)

Figura 14 Tipos de Bloco Padrão



Fonte: (http://www.joinville.udesc.brportalprofessoresverianomateriais02_BlocosPadrao.pdf)

6.5 APRESENTAÇÃO – JOGOS

A fim de alcançar um bom aproveitamento dos blocos padrão, estes são reunidos em jogos que se diferem entre si pelos seguintes fatores: mínimo escalonamento, faixa que o escalonamento abrange número de peças que os constituem. Estes jogos consistem de várias séries dimensionais (sub-grupos de dimensões).

Partindo de base 1,000 mm, existem séries dimensionais em milésimos de mm (1,001 até 1,009), centésimos (1,01 até 1,09), décimos, etc. Os jogos mais usuais são padronizados pela DIN 2260. Um jogo de blocos padrão bastante usado é o chamado jogo normal, denominado jogo “N”. Compõe-se de 45 peças que formam 5 séries dimensionais conforme consta na figura 2.3. O jogo permite compor qualquer dimensão entre 3 103 mm com escalonamento de 0,001 mm.

Fora dos limites mencionados, o jogo permite a realização de algumas medidas (porém, não todas) com o escalonamento indicado. Não se pode compor, por exemplo, as medidas 1,011, ..., 1,019. Outra limitação é que para a composição de medidas fora dos limites é necessário juntar maior número de blocos padrão, do que o previsto pela norma, o que resulta na introdução de maiores erros.

6.6 ASPECTOS OPERACIONAIS

Recomendações de Utilização:

Enorme cuidado é tomado pelo fabricante de um jogo de blocos padrão: na seleção do material, na retificação, no tratamento térmico, nos processos de lapidação, na inspeção, na gravação das inscrições e números, na calibração e na embalagem dos mesmos.

Mesmo os Blocos Padrão de grau 2 (DIN 861), usados nas oficinas, devem ser manuseados por pessoal experiente a fim de que em pouco tempo os blocos não estejam desgastados. Além disto, o operador deve:

- Evitar o aparecimento de oxidações nas superfícies de medição resultante de umidade, agentes corrosivos, etc. Para isto é necessário que após cada dia de trabalho os blocos sejam limpos com benzina ou similar e untados com uma camada de vaselina. Este material de limpeza deve ser de preferência de uso exclusivo dos blocos padrão.
- Usar pinças de madeira ou plástico para manipular blocos pequenos.
- Evitar usar os blocos em superfícies oxidadas, ásperas ou sujas.
- Evitar a todo custo um coque mecânico (queda, batida com outro sólido). Mas ocorrendo, deve-se examinar ambas as faces de medição, usando um plano ótico, a fim de verificar se há amassamentos (deformações permanentes) que prejudicarão a aderência e a própria planicidade de outros colocados em contato.
- Evitar a atuação de radiação térmica, campos magnéticos e elétricos.
- Manter em suas respectivas embalagens quando não usados.
- Evitar de deixar os blocos padrão aderidos por muito tempo.

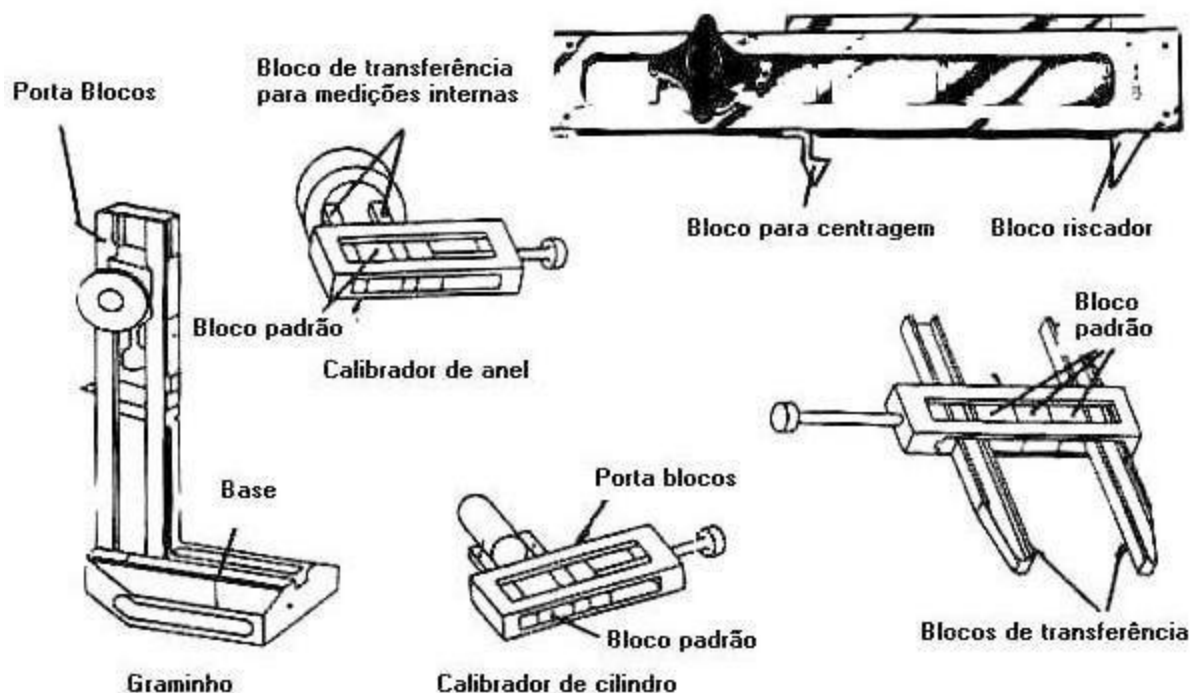
Todas as recomendações citadas devem ser mais rigorosas quanto melhor for a classe de erro do Bloco Padrão.

6.7 ACESSÓRIOS

Os blocos, principalmente os de trabalho, nem sempre são usados isoladamente. Em conjunto com outros acessórios podem ter diversas funções (figura 10).

- Base: é útil quando se utilizar blocos grandes sem que haja o perigo de tombarem. Junto com outros acessórios pode formar um graminho de precisão.
- Porta blocos: serve para manter vários blocos aderidos em conjunto com blocos de transferência.
- Blocos de transferência: há vários tipos que junto com o porta blocos cria uma gama de instrumentos: graminho, calibrador de roscas internas, etc.
- Blocos protetores: são Blocos Padrão de metal duro aderidos à superfícies extremas de blocos padrão comuns, quando estes estiverem sendo usados em meio hostil, isto é, provocando desgaste.

Figura 15 Acessório de Blocos Padrão



Fonte: (httpwww.joinville.udesc.brportalprofessoresverianomateriais02_BlocosPadrao.pdf)

6.8 COMPRIMENTO DE UM BLOCO PADRÃO

“O comprimento de um bloco padrão de superfícies plano-paralelas é igual ao afastamento entre duas superfícies planas de medição das quais uma é a superfície de um corpo auxiliar na qual o bloco padrão está inteiramente ligado por uma das suas faces e a outra é a face livre do bloco padrão”. As premissas são:

- o bloco padrão não está solicitado mecanicamente de maneira alguma que poderia provocar variação de comprimento;
- o corpo auxiliar é do mesmo material e com a qualidade (e textura) da superfície igual às do bloco padrão;
- a ligação entre o bloco padrão e o corpo auxiliar é feita da mesma maneira como descrito para ligação de blocos padrão entre si, sendo excluídos expressamente quaisquer meios que poderiam favorecer a adesão.

Por outro lado, conta-se com um filme “infinitesimal” de lubrificante entre as superfícies de medição, como ocorre no uso normal de blocos padrão justapostos.

Os blocos padrão são executados e medidos quanto ao comprimento que corporificam, bem como quanto a sua forma geométrica: planicidade, paralelismo e o grau de acabamento das suas superfícies de medição.

6.9. ADERÊNCIA DAS SUPERFÍCIES

Devido ao alto grau de uniformidade e densidade de sua estrutura granular, a superfície dos blocos cerâmicos se auto aderem com a mesma facilidade dos blocos padrão de aço em estado de novo. A força requerida para desmontagem de blocos cerâmicos é aproximadamente 30% superior àquela necessária para desmontagem de blocos de aço.

7. IMAGENS DO PROCESSO NA PRÁTICA

Figura 16 Cortando Materiais



Fonte: Próprios Autores

Figura 17 Fresagem



Fonte: Próprios Autores

Figura 18 Fresa de Topo



Fonte: Próprios Autores

Figura 19 Fresa de Topo



Fonte: Próprios Autores

Figura 20 Fresagem



Fonte: Próprios Autores

Figura 21 Fresa de Desbaste.



Fonte: Próprios Autores

Figura 22 Fresa de Desbaste



Fonte: Próprios Autores

Figura 23 Tarugo



Fonte: Próprios Autores

Figura 24 Fresa de Acabamento



Fonte: Próprios Autores

Figura 25 Passando Relógio Comparador



Fonte: Próprios Autores

Figura 26 Preparo da Morsa



Fonte: Próprios Autores

Figura 27 Centralizando Furo



Fonte: Próprios Autores

Figura 28 Centralizando Furo



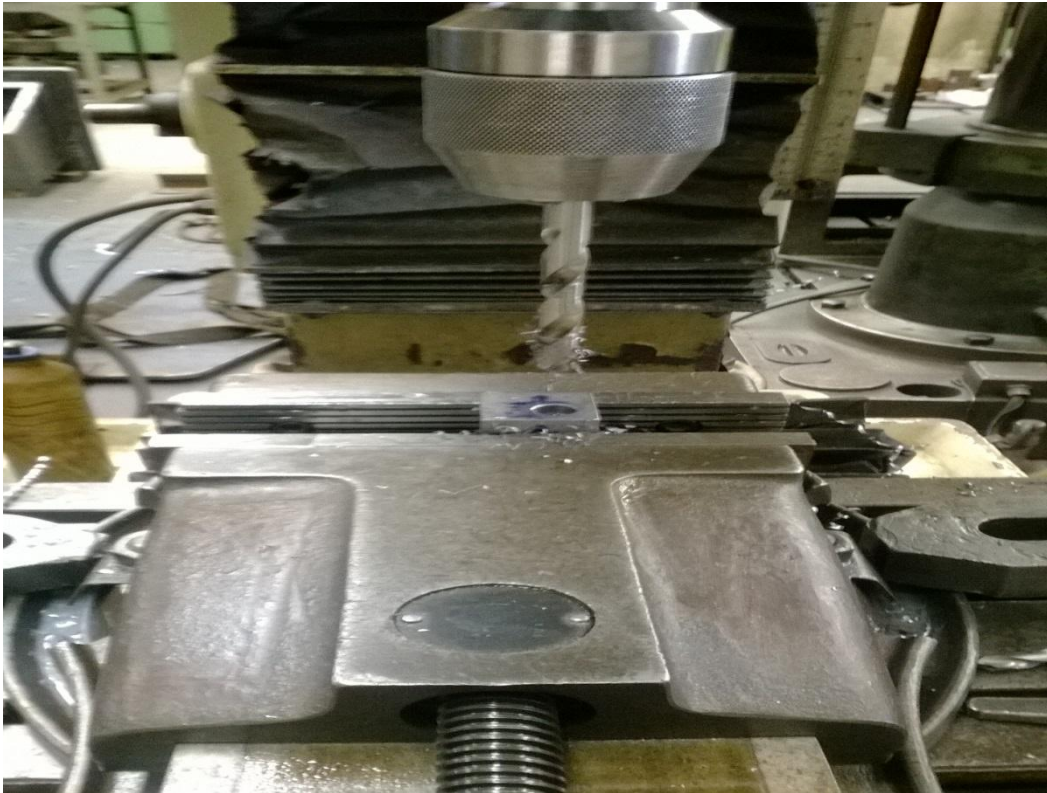
Fonte: Próprios Autores

Figura 29 Furando



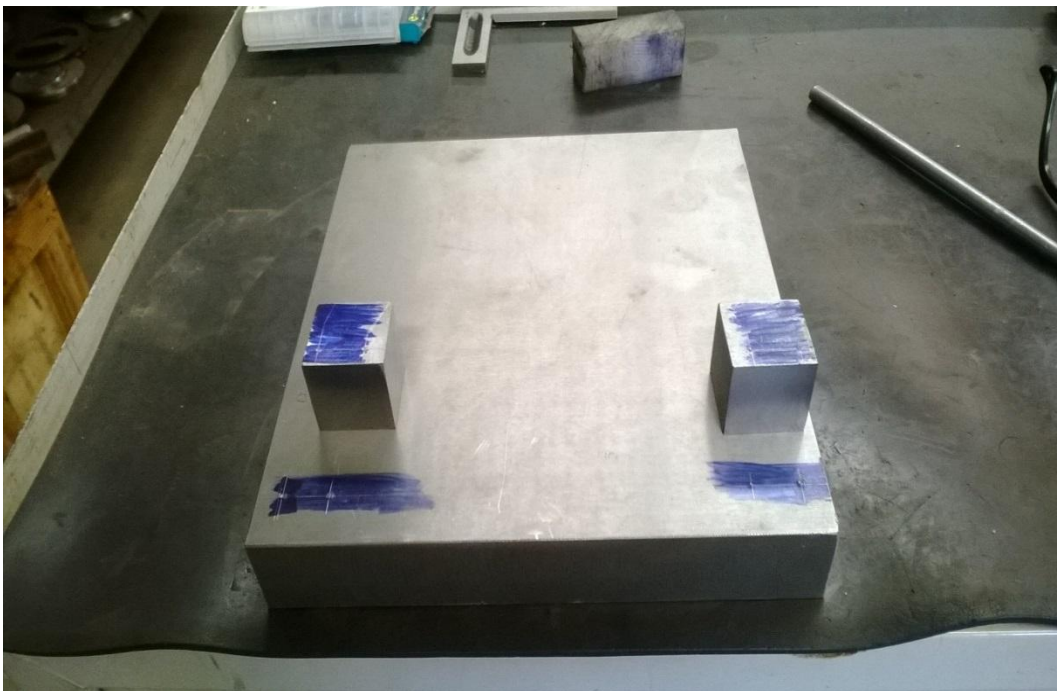
Fonte: Próprios Autores

Figura 30 Furo



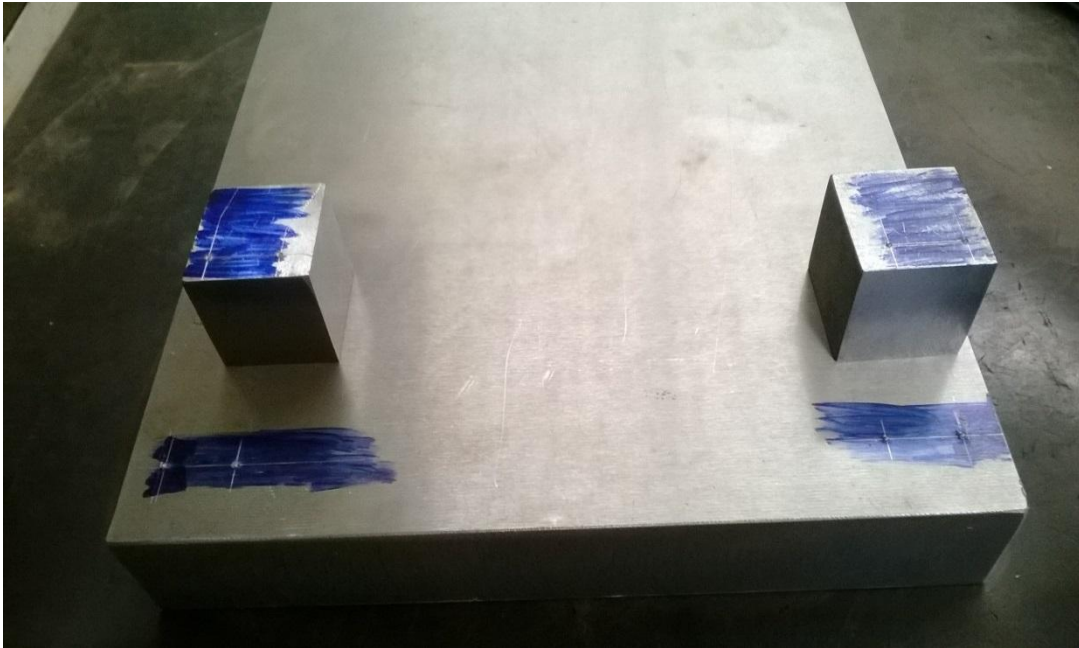
Fonte: Próprios Autores

Figura 31 Traçagem de Peças



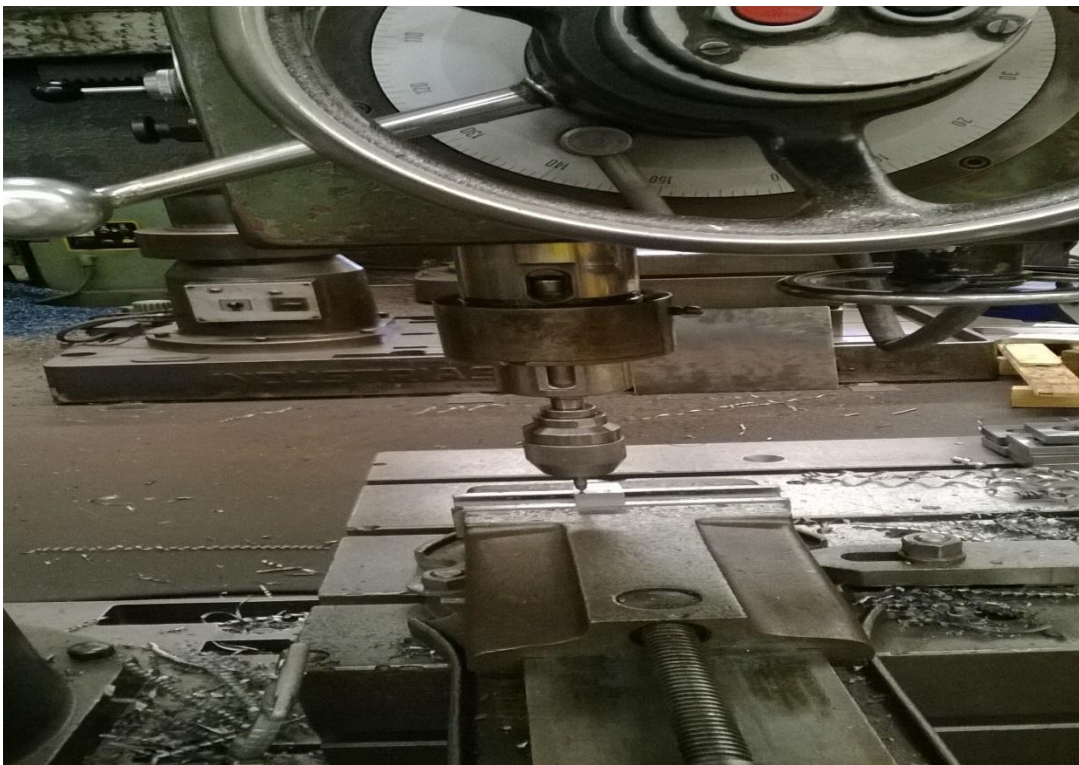
Fonte: Próprios Autores

Figura 32 Traçagem



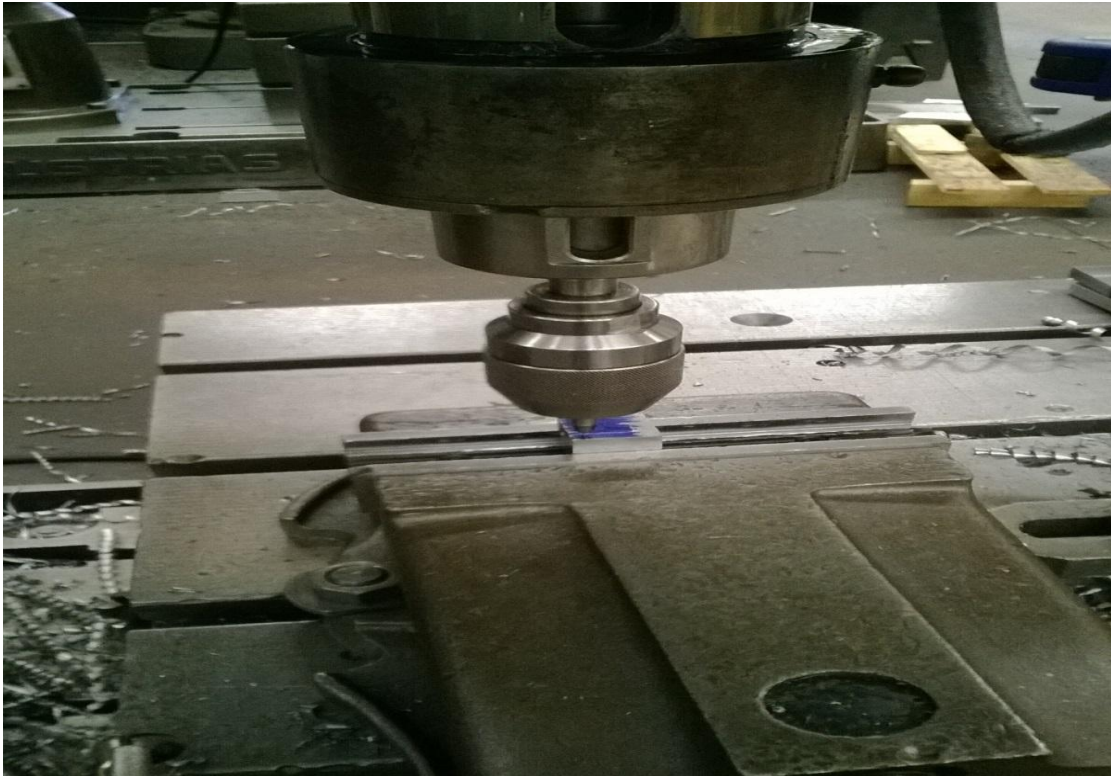
Fonte: Próprios Autores

Figura 33 Furação na Radial



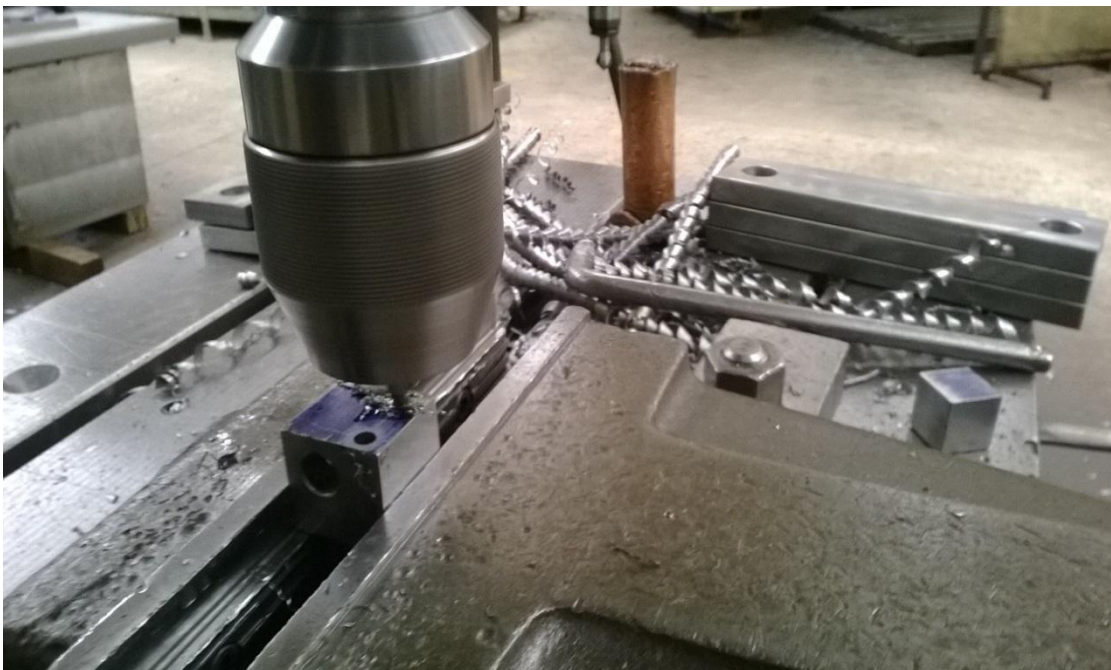
Fonte: Próprios Autores

Figura 34 Furação na Radial



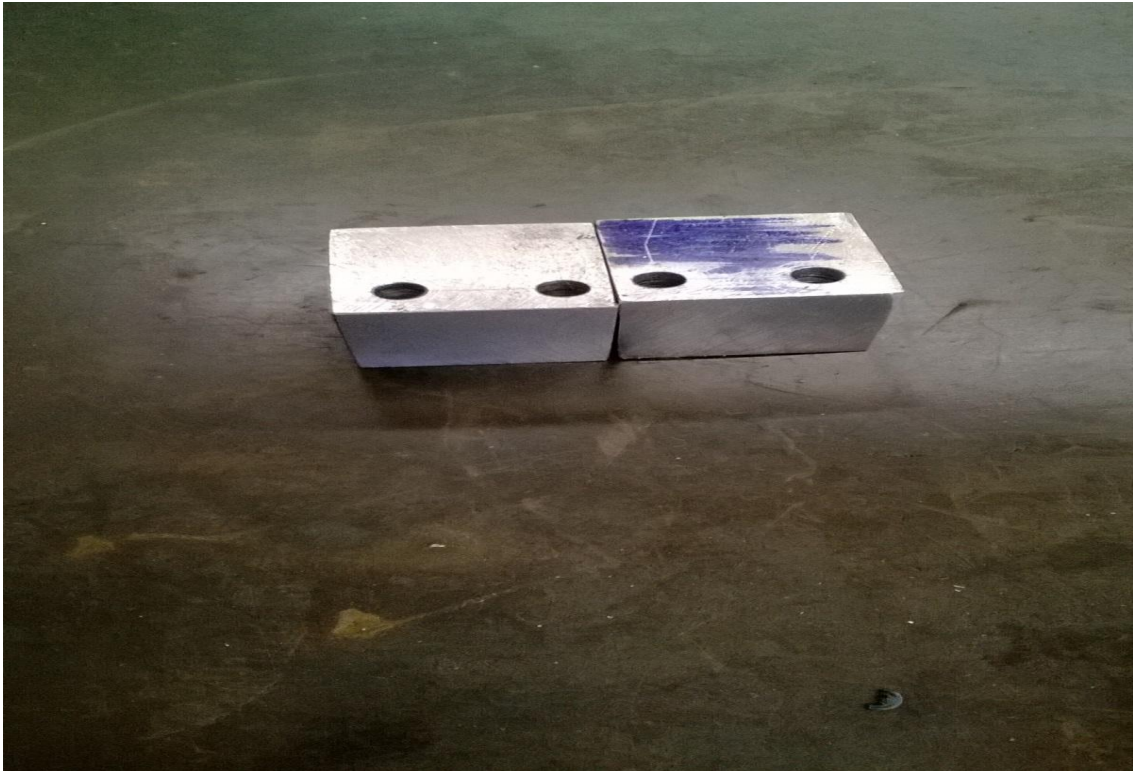
Fonte: Próprios Autores

Figura 35 Furo de Centro



Fonte: Próprios Autores

Figura 36 Furo da Dobradiça



Fonte: Próprios Autores

Figura 37 Quebra de Canto



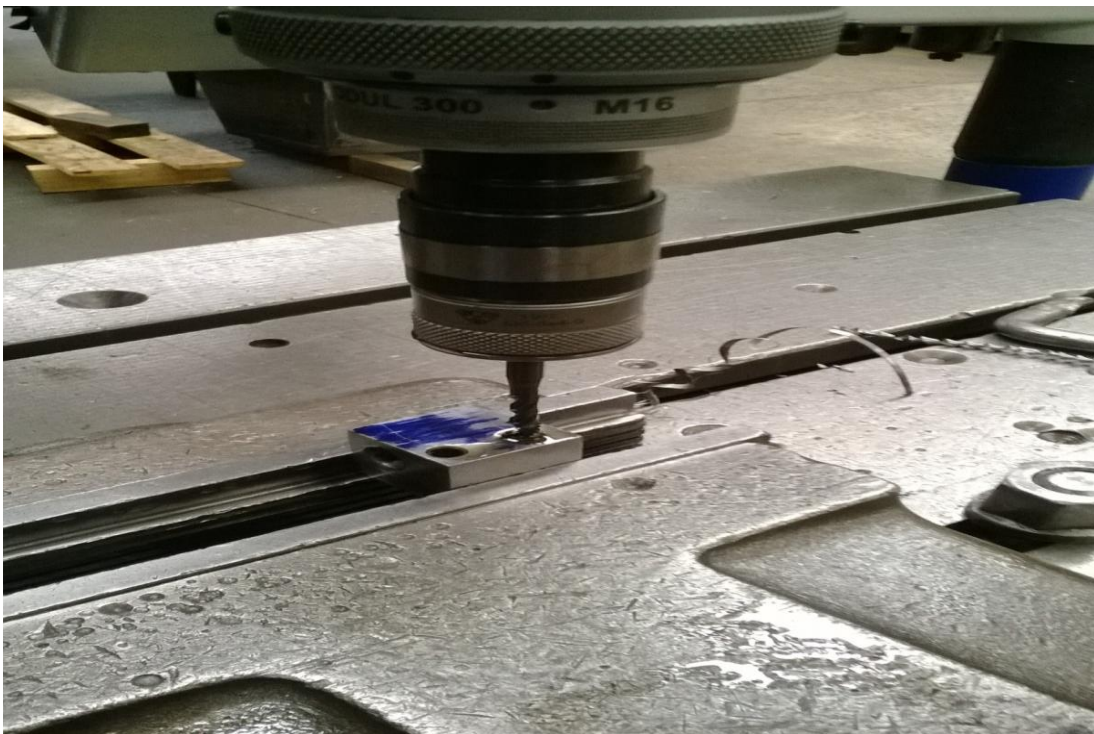
Fonte: Próprios Autores

Figura 38 Rosqueadeira



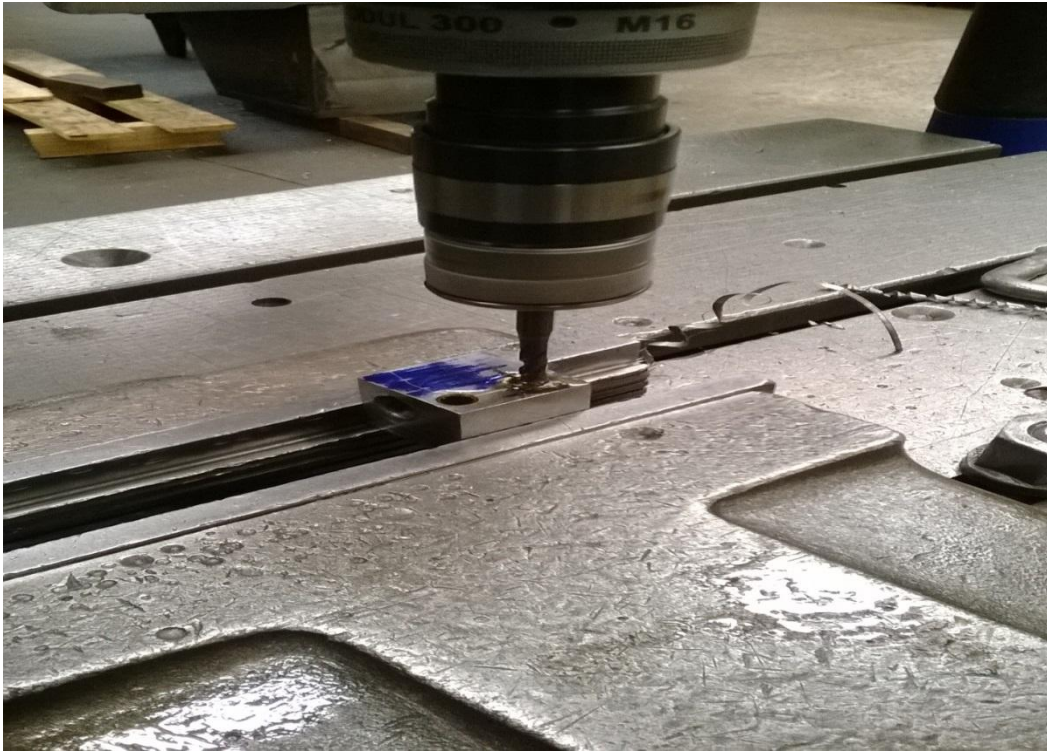
Fonte: Próprios Autores

Figura 39 Fazendo Rosca



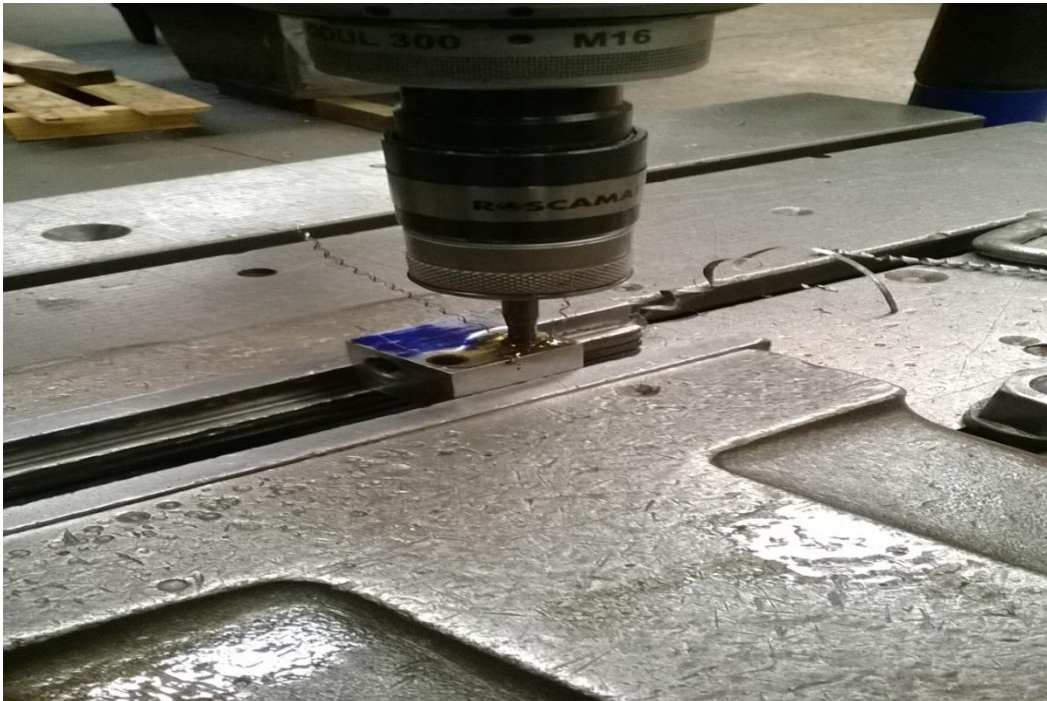
Fonte: Próprios Autores

Figura 40 Rosqueando



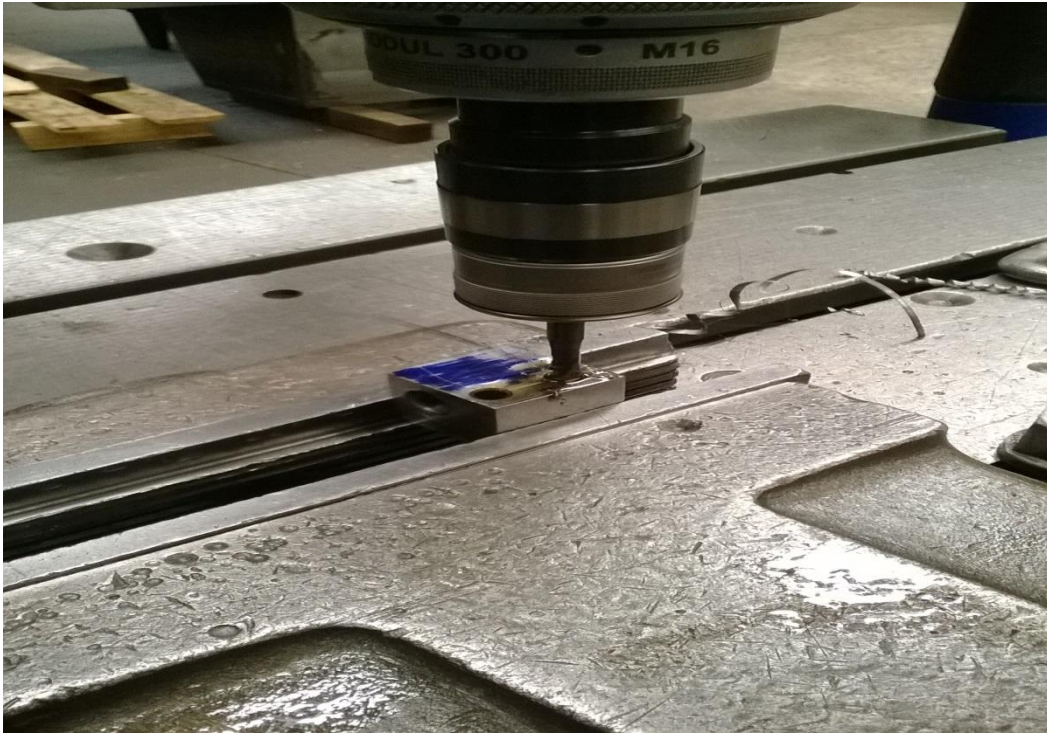
Fonte: Próprios Autores

Figura 41 Terminado a Rosca



Fonte: Próprios Autores

Figura 42 Voltando a Rosqueadeira



Fonte: Próprios Autores

Figura 43 Rosqueando



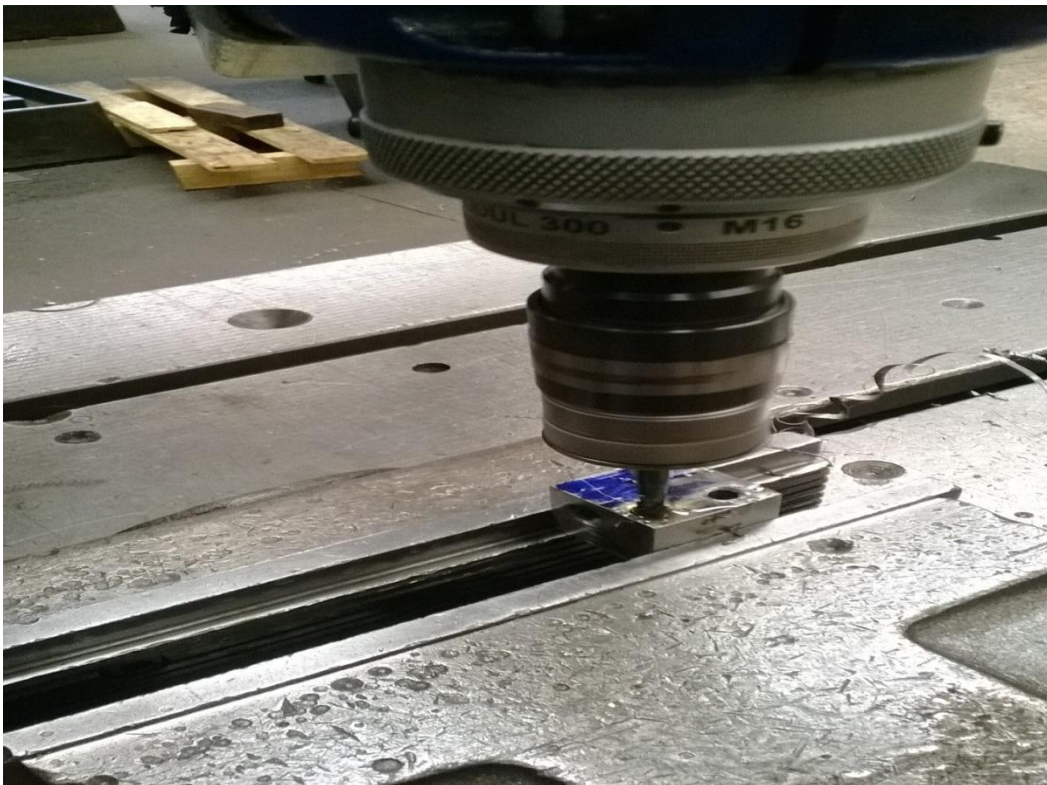
Fonte: Próprios Autores

Figura 44 Rosqueando



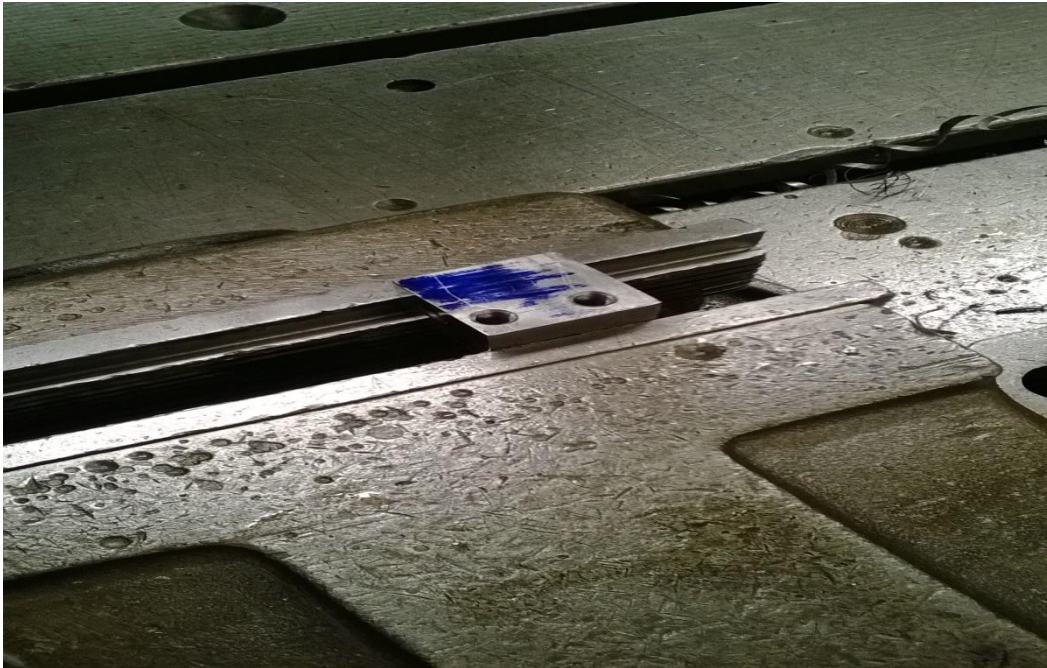
Fonte: Próprios Autores

Figura 45 Rosqueando



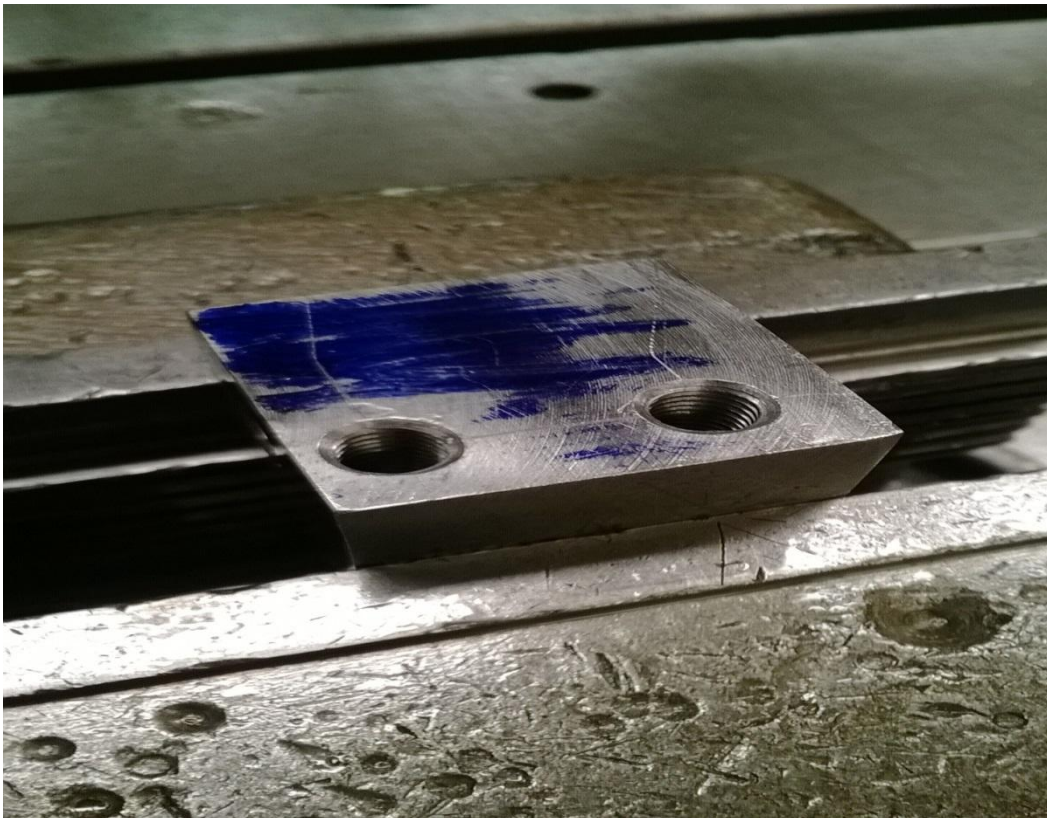
Fonte: Próprios Autores

Figura 46 Rosca Pronta



Fonte: Próprios Autores

Figura 47 Acabamento da Rosca



Fonte: Próprios Autores

Figura 48 Escariador



Fonte: Próprios Autores

Figura 49 Escariador



Fonte: Próprios Autores

Figura 50 Furando a Base



Fonte: Próprios Autores

Figura 51 Máquinas Utilizadas



Fonte: Próprios Autores

Figura 52 Broca de Centro



Fonte: Próprios Autores

Figura 53 Furando



Fonte: Próprios Autores

Figura 54 Furando



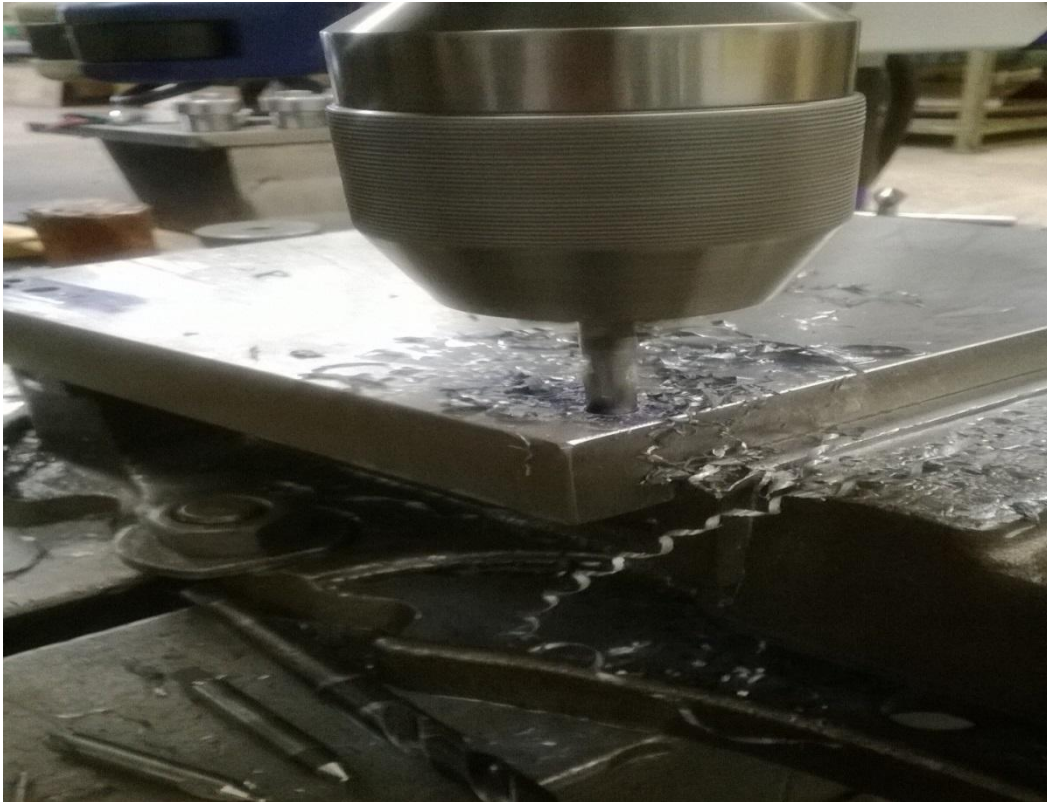
Fonte: Próprios Autores

Figura 55 Furando com a Broca



Fonte: Próprios Autores

Figura 56 Terminando o Furo



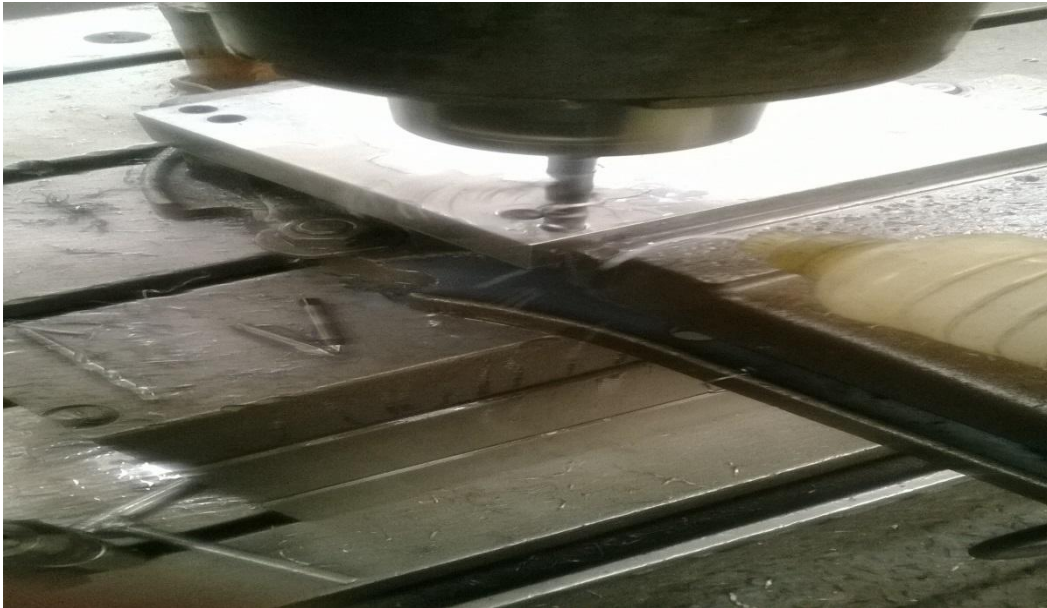
Fonte: Próprios Autores

Figura 57 Fazendo o Rebaixo



Fonte: Próprios Autores

Figura 58 Fazendo o Rebaixo



Fonte: Próprios Autores

Figura 59 Fazendo o Rebaixo



Fonte: Próprios Autores

Figura 60 Escariando



Fonte: Próprios Autores

Figura 61 Escariando



Fonte: Próprios Autores

Figura 62 Torneando Eixo



Fonte: Próprios Autores

Figura 63 Usinando



Fonte: Próprios Autores

Figura 64 Eixo



Fonte: Próprios Autores

Figura 65 Conferindo Berço



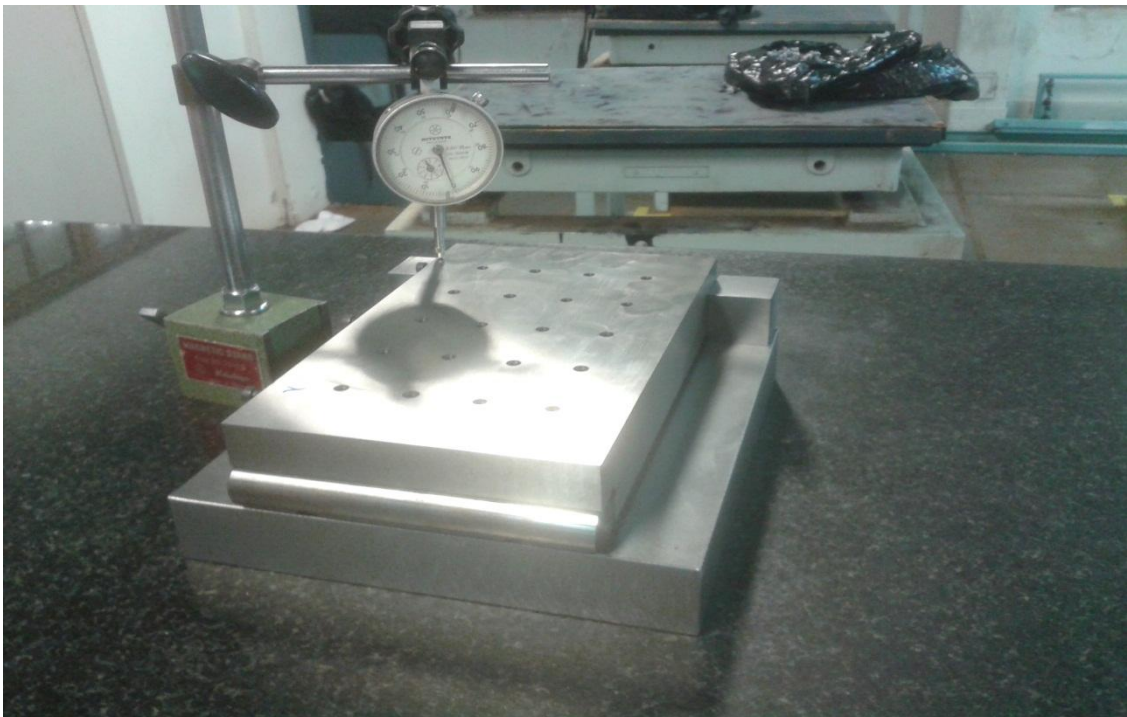
Fonte: Próprios Autores

Figura 66 Montagem da Mesa de Seno



Fonte: Próprios Autores

Figura 67 Mesa de Seno Montada



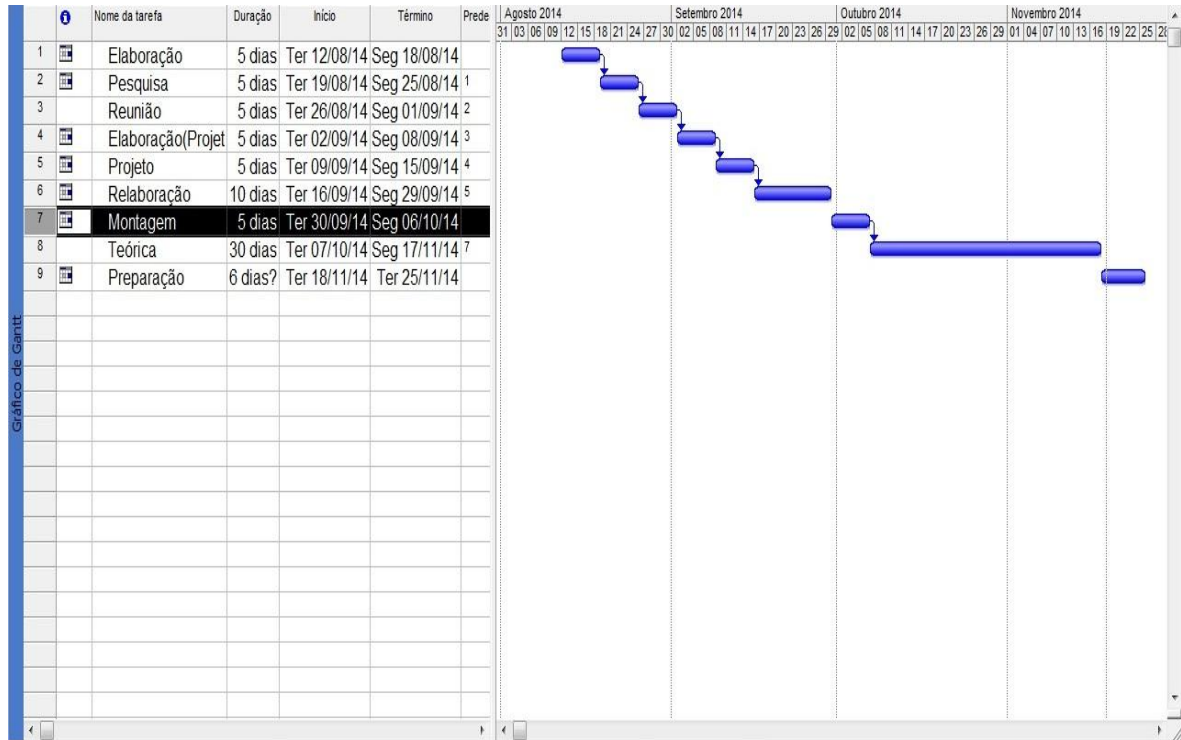
Fonte: Próprios Autores

Figura 68 Mesa de Seno Pronta



Fonte: Próprios Autores

8. CRONOGRAMA



9. LISTA DE MATERIAIS

Material	Descrição	Quantidade	Unidade
AÇO 1045 (VT45)	CHAPA	2	PÇ
AÇO 1045 (VT45)	EIXO	2	PÇ
AÇO 1045 (VT45)	CHAPA	2	PÇ
AÇO 1020	TARUGO	2	PÇ
AÇO	PRF. CAB. ALLEN. CIL. M6x15.0mm	4	PÇ
AÇO	PRF. CAB. ALLEN. CIL. M4x15.0mm	4	PÇ
AÇO	PRF. CAB. ALLEN. CIL. M4x10.0mm	6	PÇ

10. CONCLUSÃO

Concluimos que o projeto apresentado é de suma importância para área metrologia, pois, realiza medições de precisão e também pode ser usado em máquinas de usinagem para trabalho de peças em ângulo. Ressaltamos também que, o sistema de montagem é diferenciado dos outros sistemas que existem hoje no mercado, pois a chapa da parte inferior (base) é maior que a parte superior (berço), acomodando dois tarugos que foram parafusados na parte inferior (base), e dois eixos que são parafusados na parte superior (berço) e os eixos foram presos nos tarugo com furos calibrados.

REFERÊNCIAS

<http://www.catim.pt/CatimPDFSmetrologia-introducao.pdf>.

<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAXIYAA/tratamento-termico-aco-sae-1045>.

<http://www.ggdmetals.com.br/aco-construcao-mecanica/sae-1020/>.

http://www.joinville.udesc.br/portal/professores/veriano/materiais02_BlocosPadrao.pdf.

http://www2.sorocaba.unesp.br/professor/luizrosa/index_arquivos/OMA%20P4%20Metrologia%20Completo.pdf.