

DESENVOLVIMENTO DE UMA PRENSA A QUENTE DE ESCALA LABORATORIAL PARA FABRICAÇÃO DE LIGAS DE TITÂNIO.

**RELATÓRIO PARCIAL DE PROJETO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA
(PIBIC/CNPq/INPE)**

Etienne Souza Macedo (ETEP Faculdades, Bolsista PIBIC/CNPq)
etienneqi@hotmail.com

Dr. Bruno Bacci Fernandes (LAP/INPE, Orientador)
brunobacci@yahoo.com.br

COLABORADORES

Roberto Lobo Viana (LAP/INPE, Colaborador, ebel.viana@hotmail.com)
Douglas Gonçalves da Silva Viana (LAP/INPE, Colaborador, douglasviana@plasma.inpe.br)
Larissa Vieira Fernandes dos Santos (ETEP, Ex-Bolsista PIBIC/CNPq,
larissa_vfs2@hotmail.com)

Julho de 2013

DESENVOLVIMENTO DE UMA PRENSA A QUENTE DE ESCALA LABORATORIAL PARA FABRICAÇÃO DE LIGAS DE TITÂNIO.

**RELATÓRIO PARCIAL DE PROJETO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA
(PIBIC/CNPq/INPE)**

Etienne Souza Macedo (ETEP Faculdades, Bolsista PIBIC/CNPq)
etienneqi@hotmail.com

Dr. Bruno Bacci Fernandes (LAP/INPE, Orientador)
brunobacci@yahoo.com.br

COLABORADORES

Roberto Lobo Viana (LAP/INPE, Colaborador, ebel.viana@hotmail.com)
Douglas Gonçalves da Silva Viana (LAP/INPE, Colaborador, douglasviana@plasma.inpe.br)
Larissa Vieira Fernandes dos Santos (ETEP, Ex-Bolsista PIBIC/CNPq,
larissa_vfs2@hotmail.com)

Julho de 2013

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, porque sem ele não somos nada não chegamos a lugar algum e todas as coisas são por ele e para ele.

Agradeço ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais pela oportunidade de estudos através do programa institucional de bolsa de iniciação científica do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq/PIBIC e também pela utilização de suas instalações e equipamentos.

Agradeço ao meu orientador Dr. Bruno Bacci Fernandes (FAPESP 2011/00872-2), por todo conhecimento passado e por toda a ajuda ao longo desse projeto.

Agradeço à todos que fazem do grupo do Laboratório Associado de Plasmas (LAP) pela ajuda e por todos os conhecimentos adquiridos através deles.

Agradeço ao chefe de laboratório Dr. Mário Ueda, ao pessoal da mecânica pela ajuda na idealização e pela produção da prensa e a todos que me ajudaram diretamente ou indiretamente ao longo desse projeto.

Agradeço a minha família e amigos pelo o apoio.

SUMÁRIO

CONTEÚDO

RESUMO	8
1. INTRODUÇÃO	10
1.1. OBJETIVO	10
2. MATERIAIS E MÉTODOS	11
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES	13
4. CONCLUSÕES	23
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24

Lista de figuras

Figura 3.1.1- Imagem seccionada da prensa	13
Figura 3.1.2- Imagem da prensa em corte	13
Figura 3.2.1 - Testes realizados coma bobina de indução	14
Figura 3.2.2 - Imagem do teste da bobina com molde grafite	15
Figura 3.2.3- Imagem da vista superior do tubo de inox com o molde de grafite e amostra de ferro	15
Figura 3.2.4 - Imagem selecionada do tudo de inox em teste	15
Figura 3.2.5 - Imagem da fonte de energia elétrica	16
Figura 3.4.1- Montagem do tubo flange	18
Figura 3.4.2- Parte inferior do tubo	18
Figura 3.4.3 - Imagem do selecionada dos orings do punção	18
Figura 3.4.4- Imagem do oring da tampa	19
Figura 3.4.5 - Disco de aço e molde grafite	19
Figura 3.4.6 - Mangueiras refrigeração brancas	20
Figura 3.4.7 - Mangueiras de gás amarelas	20
Figura 3.4.8 - Manômetros (a) conectado ao tubo da prensa (b) conectado a tampa da prensa	21
Figura 3.4.9 - Tampa com pino de segurança	21
Figura 3.4.10 - Imagem selecionada da prensa montada	22
Figura 3.5.1 - Manômetros (c) do cilindro de ar comprimido (d) conectados a prensa	22



Lista de tabelas

Tabela 1- Propriedades dos materiais utilizados na prensa	12
---	----

RESUMO

A prensagem a quente é um método utilizado principalmente nos processos de sinterização para fabricação de peças metálicas e cerâmicas. O presente trabalho apresenta o projeto e fabricação de uma prensa a quente de escala laboratorial com aquecimento por indução para a produção de ligas de titânio. Este equipamento é formado por um molde de grafite onde a amostra é colocada (em pó ou em formato prensado a frio), que por sua vez é aquecido por condução através de um disco de aço 1020 que se encontra entre o molde grafite e o tubo de aço. Simultaneamente, as amostras sofrem aplicação de pressão mecânica através de uma prensa hidráulica convencional. Esse processo de aquecimento pode produzir melhores propriedades físico-químicas nas peças, quando comparado com procedimentos convencionais de sinterização (resistência, convecção ou indiretamente por condução). Este projeto já possibilitou o conhecimento aprofundado dos elementos constituintes da prensa por indução e do software Solidworks. Após a usinagem a prensa foi montada e feito o teste de estanqueidade. As próximas etapas serão os ensaios de funcionamento da prensa em alta temperatura 1100°C.

Palavras-Chave: prensa a quente; aquecimento por indução; metalurgia do pó.

***DEVELOPMENT OF A LABORATORY SCALE HOT PRESS FOR
MANUFACTURING OF TITANIUM ALLOYS.***

ABSTRACT

Hot pressing is a method used mainly in manufacturing processes of sintered metal and ceramics parts. This paper presents the design and mounting of a laboratory scale hot press with induction heating for the production of titanium alloys. This equipment is formed by a graphite mold where the sample is placed (in powder form or cold pressed) which in turn is heated by conduction through a steel disc 1020 that lies between the mold and the graphite steel tube. Simultaneously, the samples suffer mechanical pressure applied by a conventional hydraulic press. This heating process may produce better physicochemical properties of the parts when compared to conventional procedures sintering (resistance, convection, indirect conduction). The present research had enabled the deep knowledge of the elements of the induction press and Solidworks software. After machining of the parts, the press was assembled and the leak test was done. Next steps will be operating tests of the press at temperature around 1100 ° C.

Keywords: hot press, induction heating, powder metallurgy.

1. INTRODUÇÃO

A ampla aplicação do titânio e suas ligas nas áreas aeronáuticas, automotiva, biomédicas e aeroespaciais demanda o desenvolvimento de processos produtivos cada vez mais eficientes e com menores custos (LUTJERING, G.; WILLIAMS, J. C., 2007).

Métodos inovadores tem sido alvo de pesquisa para reduzir os custos de produção destas ligas, por exemplo, a metalurgia do pó (MP) (CHIAVERINI, V., 2001; FERNANDES, B. B., 2010). O processo de sinterização na metalurgia do pó consiste em prensar e aquecer as amostras (em pó ou em formato prensado a frio) provocando difusões atômicas que farão com que as propriedades mecânicas da peça aproximem-se das adquiridas através de outros processos de fabricação. Este processo possuía baixas velocidades de reação das partículas, pois as temperaturas dos fornos não eram tão altas e eram necessários processos adicionais de tratamento termico para que as peças sinterizadas tivessem melhores propriedades mecânicas e microestruturais.

Com o avanço da tecnologia de sinterização, as prensas a quente passaram a ser utilizadas. O presente trabalho tem como objetivo projetar e construir uma prensa a quente com aquecimento por indução a partir de materiais de baixo custo (CHECCACCI et al., 1976). O método de aquecimento por indução foi escolhido por obter vantagens em relação aos métodos convencionais de resistência, condução ou convecção (SESHADRI, R. et al., 1995; PRAKASH, O., SRIVASTAVA, C. M., 1980). Tais vantagens são apresentadas a seguir: (i) elevadas durezas; (ii) elevadas densidades de potência e aquecimento rápido; (iii) preciso controle da temperatura; (iv) possibilidade de aquecer regiões específicas; (v) isolamento da bobina de aquecimento indutivo do sistema de vácuo ou da atmosfera inerte; e (vi) aquecimento por indução é um processo de aquecimento não-contato, o que garante uma menor contaminação do material.

1.1. OBJETIVO

O objetivo do presente trabalho de pesquisa consiste no projeto e construção de uma prensa a quente com aquecimento por indução sob atmosfera de argônio. A pesquisa de materiais obtidos por prensagem a quente no INPE tem encontrado o obstáculo da disponibilidade de equipamentos para tal fim. Pois tais equipamentos têm um alto custo e os existentes no Brasil não são de fácil acesso ou estão distantes da cidade de São José dos Campos. Este projeto tem a intenção de baratear as pesquisas em metalurgia do pó. A princípio desejamos atingir sinterizações de até 1100°C o que já proporciona a fabricação de novos materiais metálicos ferrosos e não ferrosos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para a construção da prensa, os materiais utilizados foram escolhidos conforme suas características destacadas a seguir, além dos seus custos e disponibilidade. Para compor a carcaça da prensa e o punção externo, o material escolhido foi o aço, pelo seu baixo custo, boa resistência mecânica e boa usinabilidade.

Um tubo de alumina foi um dos materiais selecionados para ser utilizado como isolante térmico na construção da prensa, que é um excelente isolante térmico e elétrico, apesar de possuir uma condutividade térmica relativamente alta (Tabela 1) para um material cerâmico. Além disso, é altamente resistente à abrasão e erosão em alta temperatura, quimicamente inerte e com excelente resistência a choques térmicos. No artigo utilizado como referência para a construção da prensa, o material utilizado foi a mulita, entretanto um dos objetivos é a redução dos custos, sendo assim o material escolhido foi um tubo de alumina já existente no INPE e que possui propriedades suficientes. Nos testes iniciais ao ar, foi verificado que o tubo de alumina não suportou ciclos térmicos, e por enquanto, seu uso foi suprimido.

A lã de vidro é um componente fabricado a partir de sílica e sódio, aglomerado por resinas sintéticas foi escolhido para também ser utilizado como isolante térmico devido suas excelentes propriedades (leve e fácil de manusear e de cortar). Outra característica deste material é que ele não é inflamável, o que evita a propagação das chamas, o risco de incêndio e não ataca as superfícies com as quais estão em contato. A proliferação de fungos ou bactéria as não é favorecida pelo uso da lã de vidro que não sofre deterioração, apodrecimento e sua capacidade isolante não diminuem com o passar do tempo. A matriz será de grafite por ser um material inerte, resistente a altas temperaturas, ter boa usinabilidade além de ser um bom condutor elétrico e não tóxico. Devido seu alto ponto de fusão também possui diversas aplicações na indústria, sendo as principais como: tijolos e peças refratárias, catodo de baterias alcalinas, aditivo na recar-buracão de ferro e do aço, lubrificantes sólidos ou a base de óleo e água, escovas de motores elétricos, minas de lápis e lapiseiras, gaxetas de vedação, etc.

O método utilizado para o aquecimento da prensa será por indução, processo que é usado para tratar metais ou outros materiais condutores (FERNANDES, C. R.,2009).O calor é gerado no interior da peça de trabalho pela circulação de correntes elétricas. Uma fonte de energia elétrica de alta frequência é usada para conduzir uma elevada corrente alternada através de uma bobina, conhecida como bobina de trabalho. A passagem da corrente através da bobina gera um campo magnético muito intenso, rápido e variável no seu interior. A peça de trabalho a ser aquecida é

colocada dentro deste campo magnético que induz um fluxo de corrente na peça condutora. O arranjo da bobina e da peça de trabalho pode ser pensado como um transformador elétrico. A bobina de trabalho é como o primário em que a energia elétrica é alimentada, e a peça de trabalho é como uma única volta secundária que é o curto-circuito. Isto faz com que as altas correntes fluam através da peça de trabalho. Estas são conhecidas como correntes de Foucault.

Em adição a isto, a alta frequência utilizada em aplicações de aquecimento por indução dá origem a um fenômeno chamado efeito pele (casca) que obriga a corrente alternada a fluir em uma camada fina em direção à superfície da peça de trabalho. O fluxo da corrente induzida na peça é mais intenso na superfície, diminuindo rapidamente com a profundidade. Assim, a parte externa aquece mais rapidamente do que seu interior, 80% do calor produzido na peça ocorre na parte externa. Isso é chamado de “profundidade da pele” da peça. A profundidade da pele diminui quando a resistividade diminui, a permeabilidade aumenta ou a frequência aumenta. Abaixo apresenta tabela com as propriedades dos materiais usados no projeto da prensa (CALLISTER JR., W. D., 2002)

Tabela 1 – Propriedades dos materiais utilizados na prensa.

Propriedades\Materiais	Grafite	Alumina	Aço 1020	Aço Inox 304
Calor Específico	710	770 [(J/Kg.K)]	486 [J/(kg.K)]	500(J/kg.K)
Coefficiente de Expansão Térmica	0,71 [10 ⁻⁵ (1/°C)]	7,9 . (10 ⁻⁶) 1/°C	11,9 [10 ⁻⁶ (1/°C)]	18,2 μm/m°C (20 – 100°C)
Condutividade Térmica	129 W/(m°C)	33 (W/m.K)	51,9 (W/m.K)	A 500°C 21,5 (W/m.K)
Densidade	2,25 g/cm ³ .	3,98 g/cm ³	7,872 (1000.kg/m ³)	Média = 800Kg/m ³
Módulo de Elasticidade	8-15 Gpa	380 Gpa	209 Gpa	187,5 kN/mm ²
Ponto de Ebulição	4027°C	2980 °C		
Ponto de Fusão	3527 °C	2050°C	1500 °C	1454°C
Resistência a Compressão	20-200 Mpa	3 Gpa		
Resistividade Elétrica	≈ 1000 [10 ⁻⁸ Ω m]	> 10 ¹⁴ ohm cm	1,59 . (10 ⁻⁷) m.Ω	720(nW.m)

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Projeto

A prensa foi desenhada através do *software* de CAD, *SolidWorks*, representado nas Figuras 3.1.1 e 3.1.2. Existe um desenho para cada peça da prensa (punção, matriz, tubo, etc.), mas apenas os desenhos da prensa montada são mostradas neste relatório, que foram criados através da função montagem do *software*.

Figura 3.1.1- Imagem seccionada da prensa.

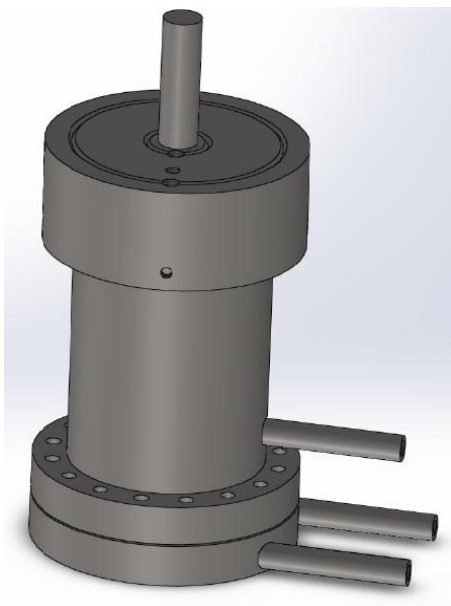
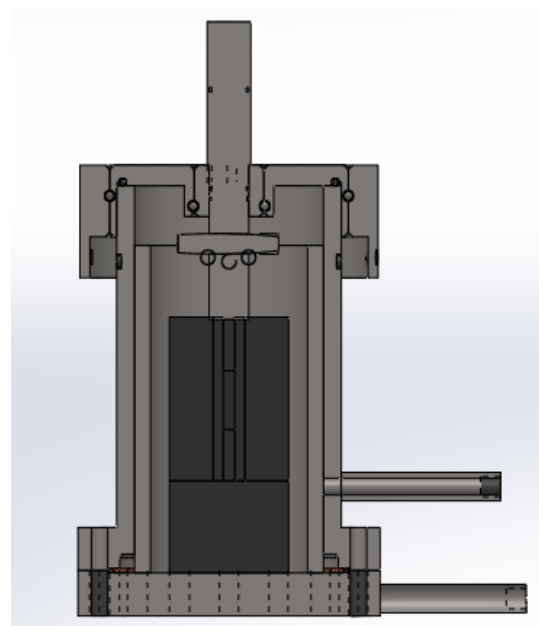


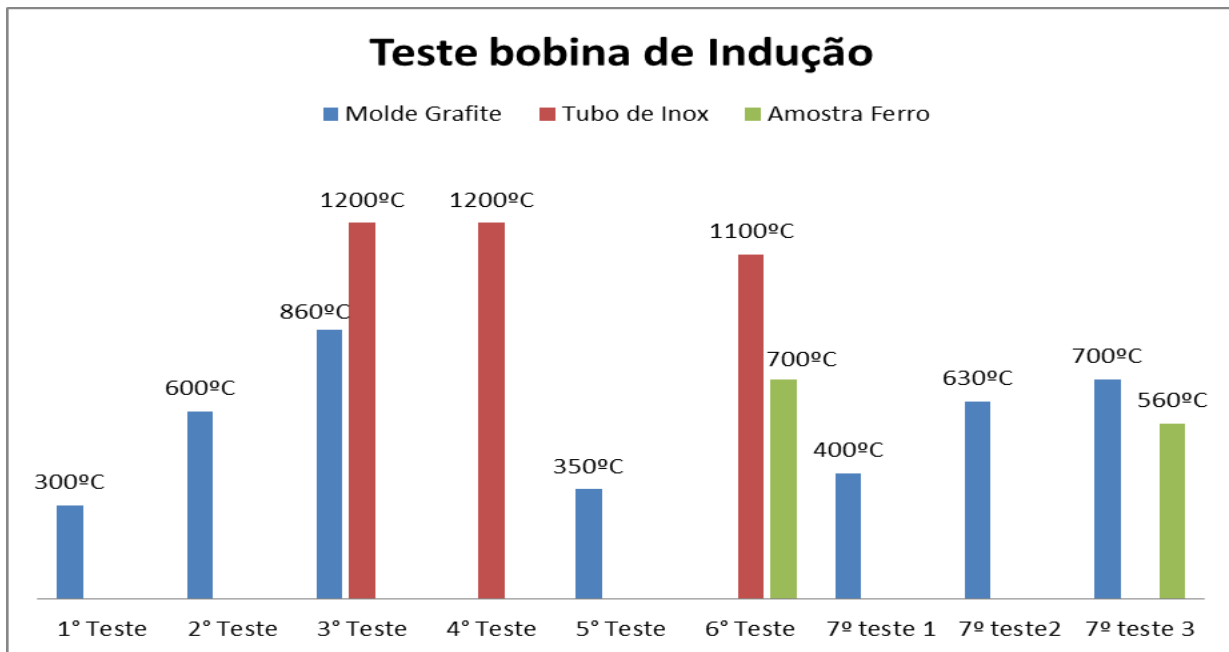
Figura 3.1.2 - Imagem da prensa em corte.



3.2. Teste da bobina de indução

Foram realizados experimentos na bobina de indução com os seguintes materiais que serão utilizados na prensa: carcaça de aço, molde de grafite e uma amostra de ferro. O intuito de realizar o teste foi verificar o funcionamento da bobina e as mudanças de temperatura, que foram medidas através do pirômetro nos materiais em diferentes aspectos (Figura 3.2.1).

Figura 3.2.1 – Testes realizados com a bobina de indução.



Após os testes da bobina de indução obtivemos algumas observações que terão grande relevância no transcorrer deste projeto e estão descritas logo as seguir:

- O 1° teste foi realizado com a potência média do aparelho;
- A partir do 2° teste a bobina operou com sua potencia máxima por 2 minutos.
- O 3° teste apresentou propagação da temperatura do molde grafite devido o tempo de aquecimento ser de 5 minutos.
- No 7° teste 1 logo no inicio do teste o aparelho apresentou problemas técnicos e parou de funcionar.
- No 7° teste 2 trabalhou-se com a potência média do aparelho.
- Na terceira tentativa do 7° teste retornamos novamente o aparelho para Potência máxima.

Abaixo seguem imagem dos testes realizados:

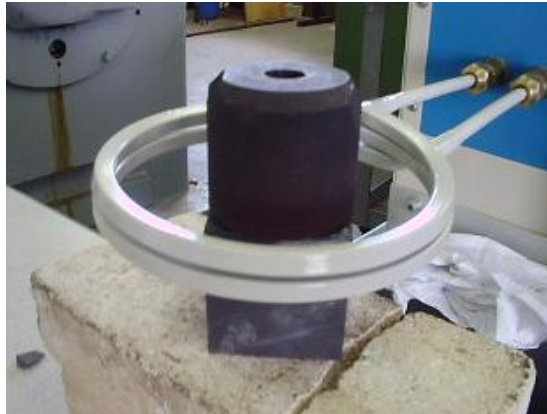


Figura 3.2.2 - Imagem do teste da bobina com molde grafite.



Figura 3.2.3- Imagem da vista superior do tubo de inox com o molde de grafite e amostra de ferro.



Figura 3.2.4 - Imagem seccionada do tubo de inox em teste.



Figura 3.2.5- Imagem da fonte de energia elétrica.

3.3. *Usinagem das peças*

Máquinas e métodos utilizados para a fabricação.

Anel de cobre

- Corte da chapa de cobre na guilhotina, com espessura de 2mm, segundo a norma. No torno foram estabelecidos os diâmetros interno e externo. O processo foi realizado com velocidade de corte 50mm/min. A superfície foi polida com as lixas 600 e 1000. Os instrumentos usados foram o micrômetro externo e o paquímetro.

Tampa de aço inox

– Corte na serra de fita mecânica com uma velocidade de corte de 30mm/min. O processo foi realizado com refrigeração em óleo solúvel em água. No torno mecânico horizontal foi utilizado o faceamento com velocidade 160 rpm e um avanço de 63mm/min. O torneamento interno foi realizado com 125 rpm e um avanço de 40mm/min. O instrumento usado para esta etapa foi o paquímetro.

Matriz de grafite

– Corte na serra de fita mecânica com velocidade de corte de 30mm/min e com refrigeração de óleo solúvel em água. No torno mecânico horizontal foi utilizado o faceamento com velocidade 200rpm e avanço de 40mm/min. Os instrumentos usados foram o micrômetro e o paquímetro.

Punção inferior e superior de grafite

- Corte na serra de fita mecânica com velocidade de corte de 30mm/mim e com refrigeração de óleo solúvel em água. No torno mecânico horizontal foi utilizado o faceamento com uma velocidade de 200rpm e com um avanço de 40mm/min. Os instrumentos usados nesta etapa do processo foram o paquímetro e o calibrador passa-não-passa.

Carcaça de Cobre

- Corte na serra de fita mecânica com velocidade de corte de 30mm/mim e com refrigeração de óleo solúvel em água. No torno mecânico horizontal foi utilizado o faceamento com uma velocidade de 160 rpm e com um avanço de 63mm/min. Foi também feito o torneamento interno com 125 rpm e com avanço de 40mm/min. Neste processo foram utilizados os instrumentos paquímetro e micrometro.

Flange inferior

- Corte na serra de fita mecânica com velocidade de corte de 30mm/mim e com refrigeração de óleo solúvel em água. No torno mecânico horizontal foi utilizado o faceamento com uma velocidade de 160 rpm e com um avanço de 63mm/min. Sendo que o torneamento interno foi feito com 124 rpm e com avanço de 40mm/min. Neste processo o instrumento usado foi o paquímetro.

3.4. Montagem da prensa forno

Após a usinagem das peças a prensa foi montada conforme nos seguintes passos:

1º Passo- A flange foi parafusada na parte inferior do tubo e entre as mesmas foi introduzida uma gaxeta de cobre para perfeita vedação.



Figura 3.4.1- Montagem do tubo flange



Figura 3.4.2 – Parte inferior do tubo

2º Passo- entre os canais de oring do punção com \varnothing interno 18 X 3 com uma parede de 20mm da tampa foi escolhido um oring de \varnothing 14,00 x 3,00 mm para a melhor vedação.

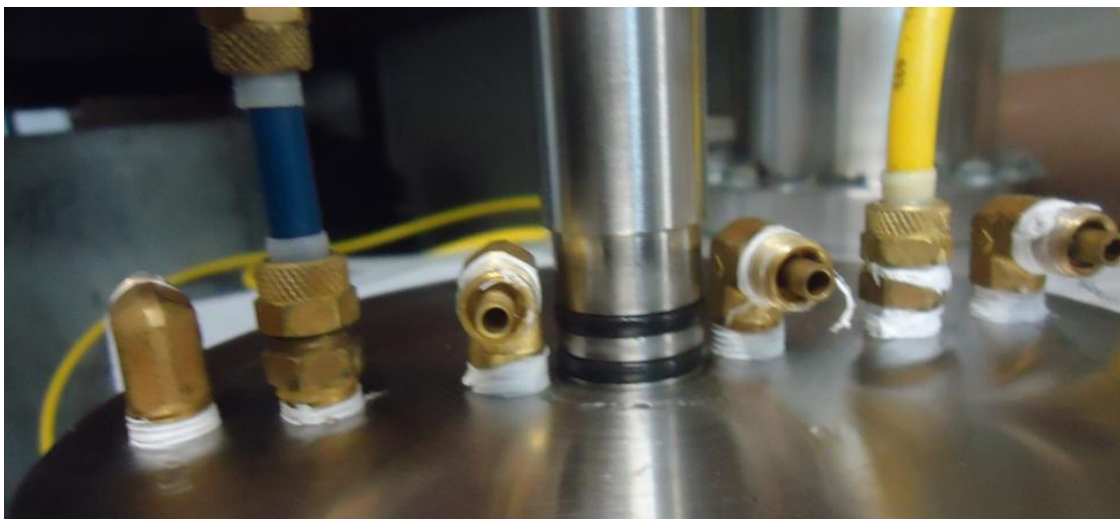


Figura 3.4.3- Imagem do selecionada dos orings do punção.

3º Passo- entre o canal da tampa com medidas no \varnothing externo 113 x 1,75 e 4,5 largura o oring apropriado foi o de \varnothing interno 114 x 3,5.



Figura 3.4.4- Imagem do oring da tampa

4º Passo-Foi introduzido o um molde de grafite e um disco de aço no interior da prensa.



Figura 3.4.5- Disco de aço e molde grafite

5º Passo- Os canais de refrigeração foram colocados conectores de latão associadas a mangueiras brancas adequadas para refrigeração.



Figura 3.4.6 – Mangueiras refrigeração brancas

6º passo- As entradas de gás foram ligadas com conectores de latão associadas a mangueiras amarelas diferenciando das brancas de água para uma adequada identificação.



Figura 3.4.7 – Mangueiras de gás amarelas.

7º Passo- Foram colocados dois manômetros na prensa um ligado a tampa e o outro ligado ao tubo para um favorável controle da pressão.



(a)



(b)

Figura 3.4.8 – Manômetros (a) conectado ao tubo da prensa (b) conectado a tampa da prensa.

8º Passo – O punção com os orings foi introduzindo na tampa e encaixado o pino de segurança na ponta do punção.



Figura 3.4.9 – Tampa com pino de segurança.

9º Passo – A tampa com o anel de vedação no seu interior foi cerrada com parafusos de zinco e concluída a montagem.



Figura 3.4.10 – Imagem selecionada da prensa montada.

3.5. *Teste de Estanqueidade*

O teste de estanqueidade consiste na averiguação de vazamento do fluido para o meio externo. O método aplicado foi o de detecção por queda de pressão simples onde foi introduzido ar comprimido no interior da prensa a uma pressão de 10 psi por 1 hora introduzimos sabão também para detectar bolhas de pequenos possíveis vazamentos. Através dos manômetros foi averiguado que não houve queda de pressão e nenhuma bolha, mas sim um aumento de pressão de 2 psi. Este aumento ocorreu pela movimentação dos punções no decorrer do teste.

Obs: um dos manômetros não estava aferido e mostrou duas unidades a mais (Figura 3.5.1).

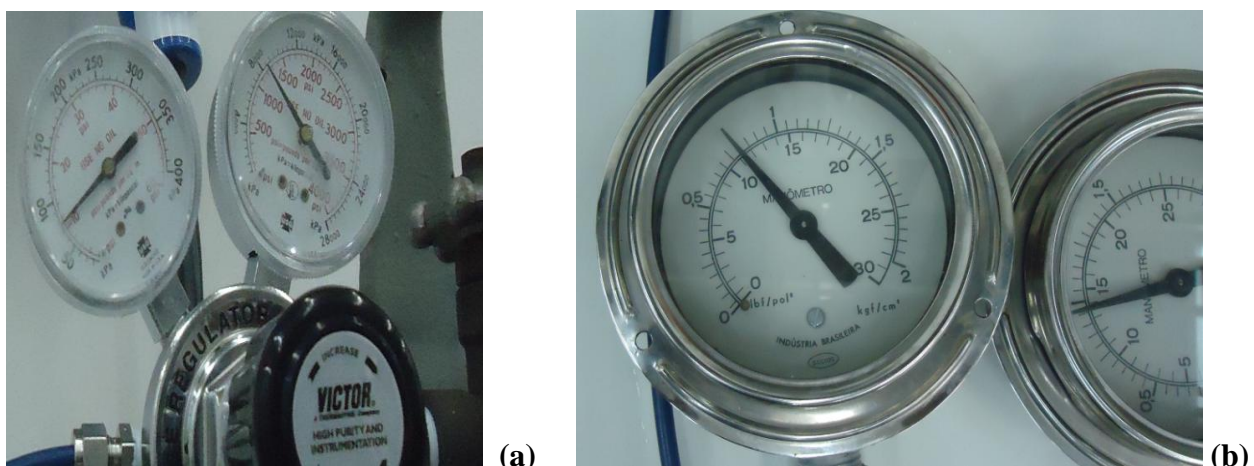


Figura 3.5.1 – Manômetros (a) do cilindro de ar comprimido (b) conectados a prensa.

4. CONCLUSÃO

Um projetista tem que pensar em tudo como nas possíveis falhas e perdas de um projeto. O software solidworks permitiu a visualização de possíveis falhas do projeto depois de pronto além da imagem quase real do projeto antes de pronto.

A simulação no programa ANSYS não foi possível devido à complexidade do programa, o que demandará maior tempo para tal atividade.

Através do teste da bobina de indução realizamos algumas modificações no projeto, visto que o tubo de alumina quebrou no seu teste inicial e a amostra de ferro inserida para simular o pó não atingiu a temperatura desejada. Por esse motivo será colocada uma nova peça de material bom condutor e de baixo custo (aço 1020) que ficara entre o tubo e o molde grafite para que o calor seja conduzido até a região central.

A montagem da prensa foi realizada com sucesso comprovando constatações e informações das medidas projetadas no software solidworks.

No teste de estanqueidade, o objetivo pretendido foi atingido, pois o teste assegurou a inexistência de vazamentos de gás.

Neste primeiro ano de experiência com a iniciação científica, foi possível conhecer o funcionamento do universo da pesquisa, além de adquirir muitos conhecimentos, aprender a compartilhar e absorver informações que serão de grande importância para a sequência profissional dos envolvidos nesta pesquisa.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CALLISTER JR., W. D. *Ciência e Engenharia de Materiais*. Rio de Janeiro: LTC, 2002, Editora LTC.
- CHIAVERINI, V. *Metalurgia do pó: técnica e produtos*. 4ª ed. São Paulo: Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais, 2001.
- CHECCACCI, P. F., SHEGGI, A. M. BRENCI, M. **Electronics Letters**, v. 12, n. 11, p. 265-266, 1976.
- SESHADRI, R. et al. In: *Advances in High Pressure Science and Technology*, Ed. A. K. Singh, 1995.
- PRAKASH, O., SRIVASTAVA, C. M. **Materials Research Bulletin**, v. 15, p. 665-670, 1980.
- FERNANDES, B. B. *Avaliação de propriedades físico-químicas de ligas Ti-Si-B produzidas por metalurgia do pó*. 2010. 180f. Tese de Doutorado em Engenharia Aeronáutica e Mecânica – Área de Física e Química dos Materiais Aeroespaciais – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.
- FERNANDES, C. R., *Obtenção de Ti6Al4V de grau médico no estado semi-sólido através de indução eletromagnética*. 2009. Dissertação apresentada ao curso de pós graduação em tecnologia em saúde – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba.
- LUTJERING, G.; WILLIAMS, J. C.: *Titanium: engineering materials and process* (Spring, USA 2007).

CRONOGRAMA

MESES												
Atividades	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°
Teste de funcionamento a 1100°C												
Simulação ANSYS												
Publicação de artigo												
Confecção de documentos												

As etapas a concluir são: Teste de aquecimento a 1100°C, Simulação ANSYS, Publicação de artigo, Confecção de documentos.