

Notas Técnicas do Laboratório Nacional de Astrofísica

Dispositivo com ajuste “*tip-tilt*” para aplicações em polimento de arranjos retangulares de fibras ópticas

Márcio Vital de Arruda

LNA/NT/2016-14
Setembro/2016

Dispositivo com ajuste “*tip-tilt*” para aplicações em polimento de arranjos retangulares de fibras ópticas

Márcio Vital de Arruda¹

¹*Laboratório Nacional de Astrofísica, marruda@lna.br*

Resumo: Polimento de arranjos de fibras ópticas é de domínio do Laboratório Nacional de Astrofísica. Cada projeto desenvolvido pela instituição é único, assim há necessidade de projetos de dispositivos de polimento específicos para cada cabo de fibras. Esta nota técnica apresenta um dispositivo de polimento específico que traz muitas inovações em relação aos projetos antigos. As inovações incluem um ajuste “*tip-tilt*” com fixação forte e um suporte intercambiável para o arranjo de fibras ópticas.

Abstract: LNA – Laboratorio Nacional de Astrofisica (Brazil) – has expertise in manufacturing optical fiber arrangements for Astronomy instrumentation. Each Astronomy instrument is unique, so specific polishing jigs are needed to each optical cable as needed. This white paper presents a specific polishing jig which brings many innovations respect in to old designs. The innovations include a tip-tilt adjustment with hard fixation and an interchangeable support for the optical fibers array.

Palavras-chave/keywords: Dispositivo de polimento / Polishing Jig, Fibras ópticas / Optical fibers.

Sumário

1	Introdução	4
2	Dispositivos de polimento	4
3	O projeto	6
3.1	O estado da arte	6
3.2	Requisitos de projeto	6
3.3	Projeto mecânico	8
4	Fabricação	13
4.1	Considerações do processo de fabricação	13
4.2	Considerações da montagem	14
5	Conclusões	14

Lista de Figuras

1	Exemplo de um dispositivo de polimento.	5
2	Modelo de dispositivo de polimento usado anteriormente.	7
3	Composição do novo dispositivo de polimento	9
4	Detalhes da parte central.	10
5	Detalhes da parte externa.	11
6	Detalhes dos pinos de aço inox, molas, anéis de fixação das molas o contrapeso.	12
7	Detalhe da base intercambiável com as dimensões limite do arranjo de fibras.	12
8	Vista explodida do corpo central quadrado.	13
9	Detalhe das arestas da flange de bronze.	14
10	Fotos do dispositivo montado	15

1 Introdução

É de domínio do LNA – Laboratório Nacional de Astrofísica trabalhos em fibras ópticas para instrumentos para Astronomia^[1], elaborando e produzindo seus próprios cabos de fibras ópticas com aplicações em espectroscopia de campo integral^[2]. Tais cabos de fibras ópticas possuem um arranjo retangular das fibras em uma ponta e na outra ponta um arranjo linear das fibras simulando uma fenda^[2]. Durante o processo de fabricação, o arranjo retangular é alinhado utilizando matrizes de microfuros, normalmente metálicas, e então aglutinadas usando um material com base epóxi apropriado. Após a cura deste material inicia-se o processo de polimento do arranjo.

Para realizar o processo de polimento de maneira adequada, há necessidade de projetos de dispositivos para fixação da extremidade de interesse^[3]. Assim, esta nota técnica apresenta um dispositivo de polimento inovador, com ajustes do tipo “*tip-tilt*” trazendo mais eficiência no alinhamento, base de fixação intercambiável possibilitando a utilização em diversos projetos bastando apenas modificar a base de fixação, e também, maior área interna disponível para montagem dos arranjos.

2 Dispositivos de polimento

Dispositivos de polimento normalmente são elementos mecânicos utilizados para fixação de peças para o polimento propriamente dito. Importante lembrar que existem duas técnicas consolidadas na instituição para polimento:

- Com auxílio de máquinas rotativas
- Polimento manual

Em ambas as técnicas há necessidade de utilização dos dispositivos de polimento, pois são eles os responsáveis por garantirem a planicidade necessária.

¹Não é propósito deste documento apresentar detalhes da técnica nem explicar espectroscopia de campo integral. Para maiores esclarecimentos o leitor pode facilmente acessar o sítio do European Southern Observatory

²Nem sempre pode-se afirmar que os cabos são executados desta forma. É o projeto que define como será o cabo de fibras.

³Neste caso, o arranjo de fibras retangular. Há no entanto arranjos lineares.

No caso de polimento com auxílio de máquinas rotativas, o dispositivo tem mais uma função, que é a fixação deste na máquina. A Figura 1 apresenta um dispositivo de polimento para conectores de fibras ópticas para máquina rotativa comercial, e este tipo de dispositivo é multiconectores.

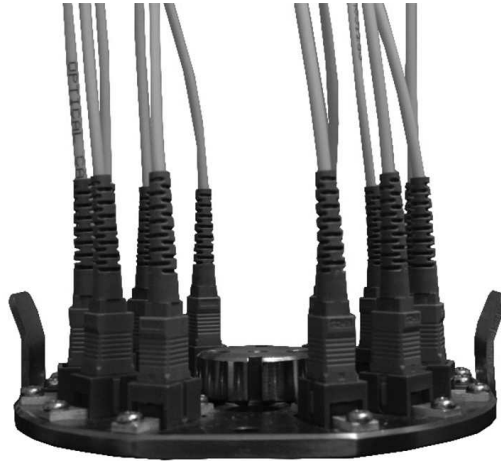


Figura 1: Exemplo de um dispositivo de polimento.

Já no caso de polimento manual, o dispositivo deve dar apoio necessário para que um operador empunhe-o de maneira adequada.

Outro ponto importante é que os dispositivos de polimento podem ser com o interior rígido ou móvel⁴. Pode-se entender como rígido o dispositivo cuja finalidade é apenas fixar os elementos para polimento, pois a força de pressão de polimento é feita pela máquina cujo dispositivo se acopla. Ao contrário do dispositivo rígido, o dispositivo móvel possui um conjunto de molas que fazem a pressão necessária de polimento, e tais molas são definidas pelo profissional de polimento.

⁴Definição utilizada nesta nota para diferenciar os tipos de dispositivos. Novamente, é importante frisar que esta nota não é uma referência ao processo utilizado no laboratório, mas sim uma ambientação para apresentação do projeto definido no *caput* desta nota.

3 O projeto

Esta seção contextualiza o estado da arte dos dispositivos, enfatizando alguns requisitos necessários, apresentando os pontos fracos dos projetos anteriores e apresenta o projeto desenvolvido.

3.1 O estado da arte

O laboratório de fibras ópticas do LNA possui total estrutura para desenvolver e produzir cabos de fibras ópticas. Na lista de infraestrutura deste laboratório há uma máquina rotativa especificamente desenvolvida para projetos de matrizes retangulares de fibras. Esta máquina possui um suporte de apoio para acoplamento de dispositivos de polimento de diâmetros da ordem de 150mm⁵.

Os dispositivos de polimento desenvolvidos no LNA até o presente projeto possuíam as guias deslizantes no centro, dificultando a passagem das fibras pelo seu interior e limitando a área disponível para a fixação do arranjo de fibras. A Figura 2 apresenta um modelo de dispositivo de polimento utilizado para arranjos de fibras, o detalhe da área disponível, a localização da fixação do arranjo de fibras e também a localização do estágio linear responsável por dar pressão durante o processo de polimento. Uma vez que foi necessário fabricar maiores arranjos de fibras, este dispositivo tornou-se obsoleto e houve a necessidade de novos dispositivos específicos.

Nos projetos com os estágios lineares no centro, o número de reentrâncias, orifícios e bordas cortantes aumentavam o risco de contaminação e de quebra das fibras, cabendo ao profissional de polimento fazer uma espécie de proteção para as fibras evitando que elas enconstassem nas paredes.

3.2 Requisitos de projeto

De acordo com as dificuldades encontradas nos dispositivos projetados anteriormente, o novo projeto tomou como requisitos básicos:

- Maior capacidade volumétrica em seu interior, deixando-o mais livre possível para guiar as fibras.

⁵Pretende-se aqui apenas ambientar o projeto uma vez que o funcionamento da máquina do laboratório não é foco desta nota técnica.

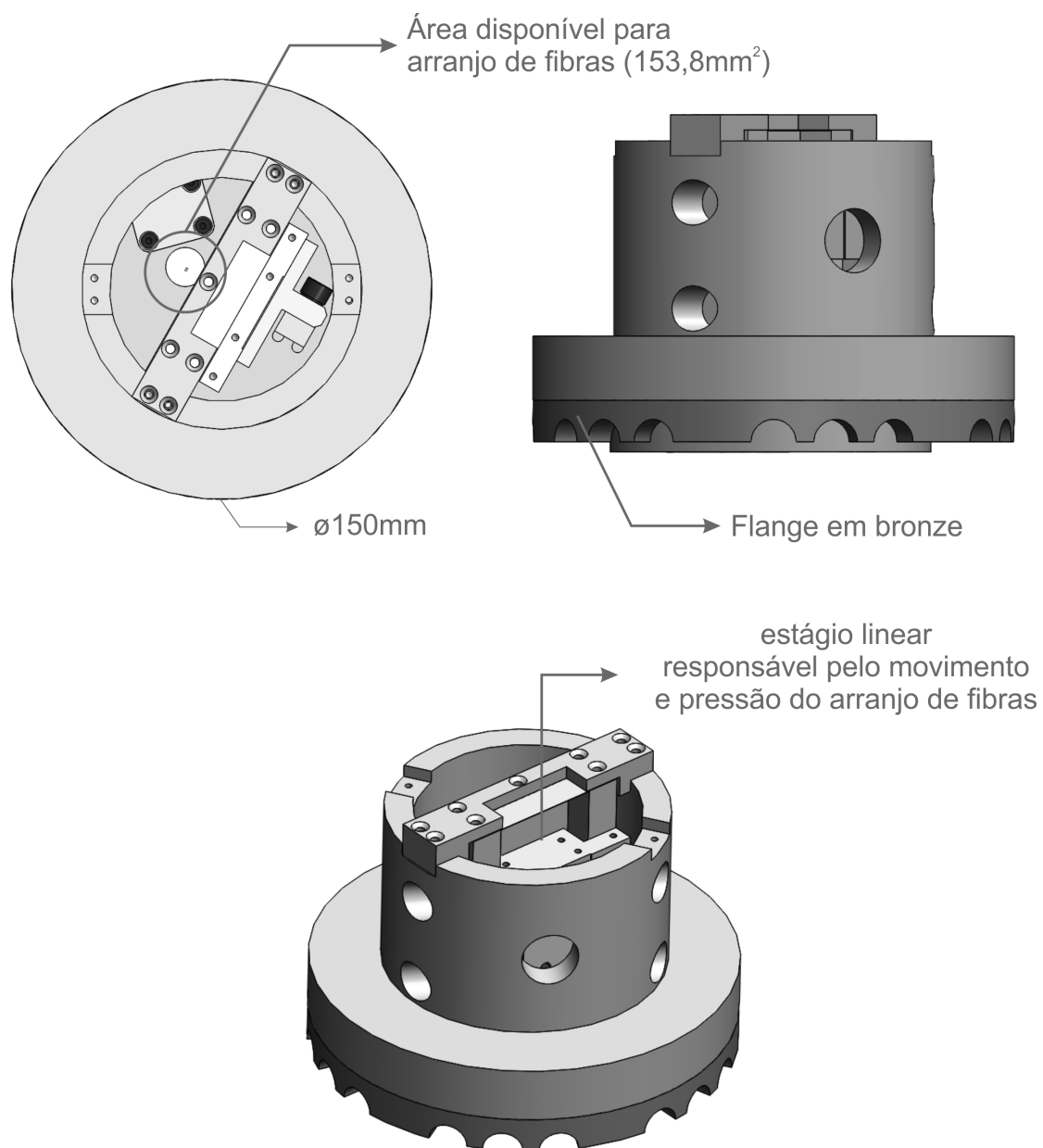


Figura 2: Modelo de dispositivo de polimento usado anteriormente.

- Maior área de fixação de arranjos de fibras, o que é uma consequência do item anterior
- Ajuste “*tip-tilt*” com travas. O sistema sofre um arrasto muito grande durante o processo de polimento de forma que as travas do “*tip-tilt*” devem exercer uma fixação muito forte para não deslocar o arranjo de fibras.
- Possibilidade de escolha da pressão de polimento por meio de molas intercambiáveis. Este requisito repete os requisitos de dispositivos anteriores.
- Menor número de reentrâncias para facilitar a limpeza e não acumular muitas impurezas na superfície. Tais impurezas, resultado do processo de polimento, podem desprender do dispositivo e contaminar as lixas ou os discos de polimento.
- Flange de polimento em bronze. Este requisito repete dos projetos anteriores.
- Todos os elementos de fixação e molas em aço inoxidável para minimizar contaminações por ferrugem.

3.3 Projeto mecânico

No processo de desenvolvimento de tais dispositivos, é importante tomar como base o volumétrico máximo final que deve-se trabalhar, que neste caso foi de $\varnothing 150\text{mm}$ x 130mm (diâmetro x altura máxima). O diâmetro externo máximo é definido pela dimensão do suporte da máquina que se pretende utilizar e foi descrito na seção 3.1 e a altura para o conforto do profissional durante o processo de polimento manual. É importante também que a massa do conjunto não supere 4500g . Dispositivos muito pesados desgastam o abrasivo muito rapidamente sem desgastar de maneira eficiente o arranjo de fibras. O ideal é encontrar um ponto de equilíbrio entre o peso do dispositivo e a eficiência do processo de polimento, para isto basta que o projeto seja desenvolvido de maneira que seja possível o aumento ou a diminuição de massa facilmente.

Escolhe-se como material principal uma liga de alumínio com rigidez mais alta para evitar deformações, porém não há necessidade realizar simulações. No LNA a liga de alumínio mais rígida utilizada como padrão nos projetos opto-mecânicos

é a Al7075-T6. A flange que exerce contato com o material abrasivo deve necessariamente ser de bronze⁶ por ser facilmente manipulado no LNA. Dependendo do projeto, tais flanges devem ser produzidas em material cerâmico e uma referência para fabricação de produtos e máquinas para polimento é a Engis Corporation[3] nos Estados Unidos. Em peças internas com necessidades especiais deve-se adotar necessariamente o aço inoxidável.

Para eliminar o estágio linear ao centro do dispositivo, dividiu-se o novo dispositivo em dois conjuntos distintos: central e externo, Figura 3. O conjunto central foi projetado em formato quadrado com uma abertura central quadrada e aba superior redonda com finalidade de servir de batente fim de curso da parte central na direção do eixo de simetria.

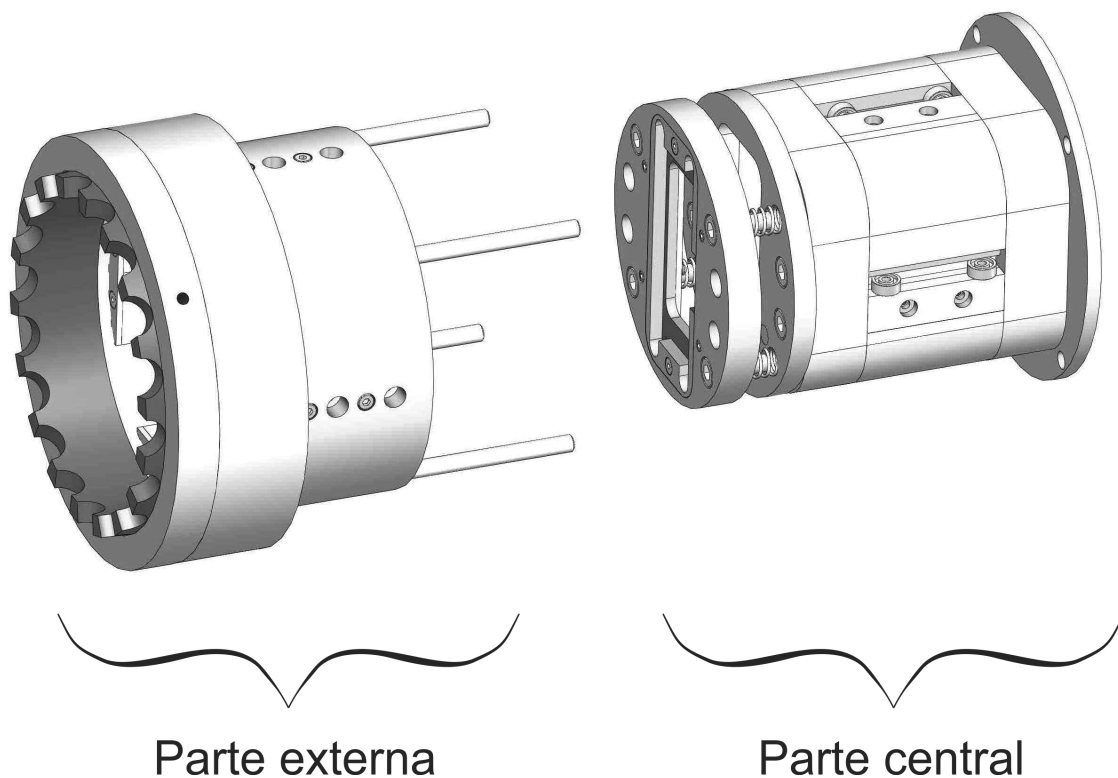


Figura 3: Composição do novo dispositivo de polimento

A flange “*tip-tilt*” é item da parte central, bem como os rolamentos que o dão movimento. Estes rolamentos estão posicionados nas quatro paredes externas a parte central e são fixos. A figura 4 apresenta detalhes da parte central apresentando a a

⁶Material definido pelos profissionais de polimento.

flange base do “*tip-tilt*”, seus atuadores e travas, a flange fim de curso e os rolamentos que dão movimento ao conjunto central.

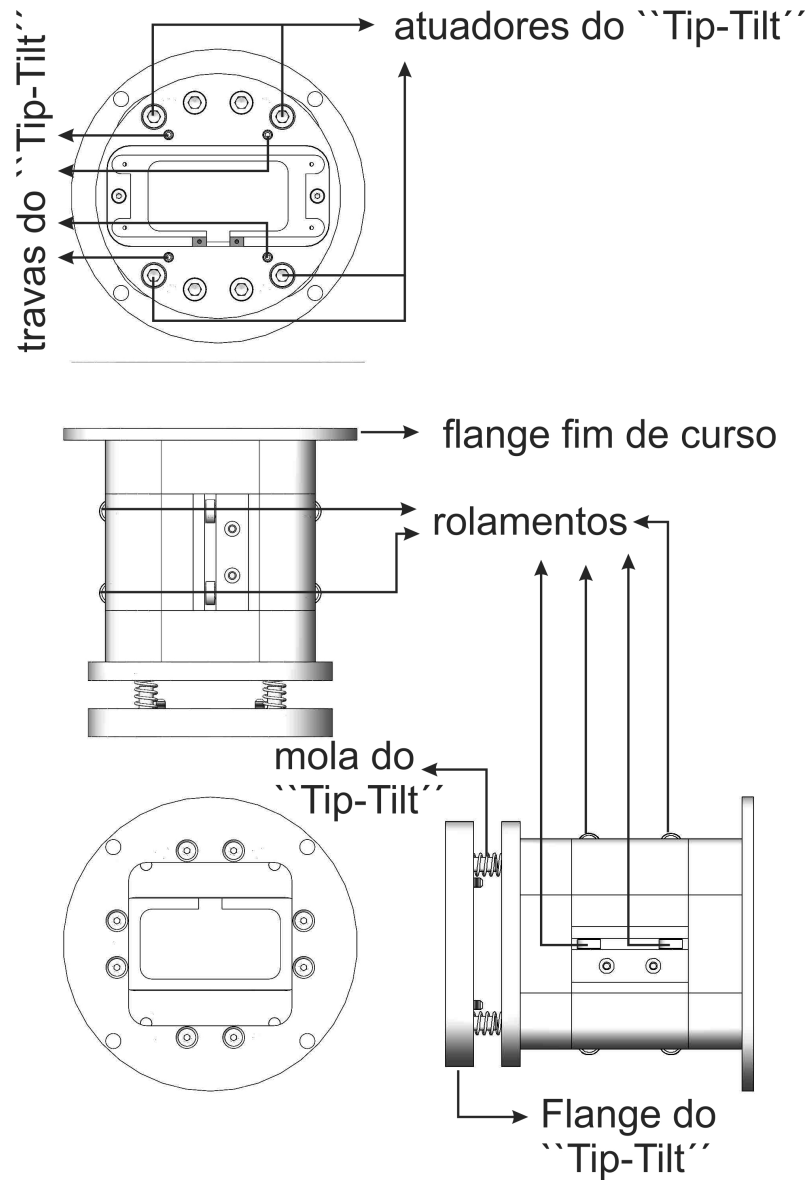


Figura 4: Detalhes da parte central.

Os atuadores que ajustam os rolamentos localizados na parte central foram dispostos na mesma configuração, porém em quatro peças de aço inoxidável no interior da parte externa, e que atuam como um trilho para o conjunto de rolamentos, apresentado na Figura 5. Os parafusos Allen sem cabeça exercem pressão no trilho interno, por onde o rolamento corre, tal forma que o uso combinado dos quatro

trihos eliminam a folga.

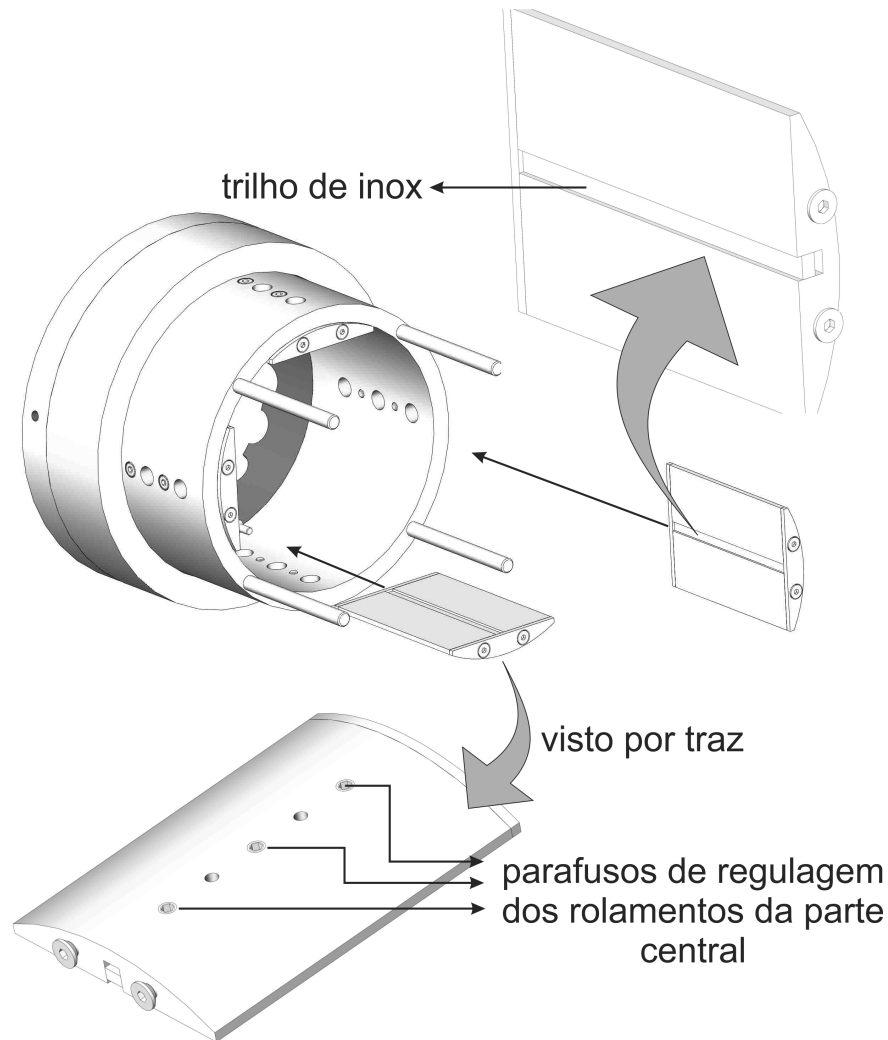


Figura 5: Detalhes da parte externa.

Pinos guia localizados no topo da parte externa, mostrados na Figura 6, realizam a função de guiar as molas que darão pressão no conjunto e permanecem no lugar por meio de um anel de fixação na extremidade superior.

O contrapeso, item de fácil manipulação por ser de alumínio, possui fixação na parte externa por meio de um parafuso sem cabeça exercendo pressão em um ponto. Não se exige precisão neste componente, uma vez que será ajustado pelo profissional de polimento, detalhe na Figura 6.

A peça chave do projeto, considerado de grande importância, é a base inter-

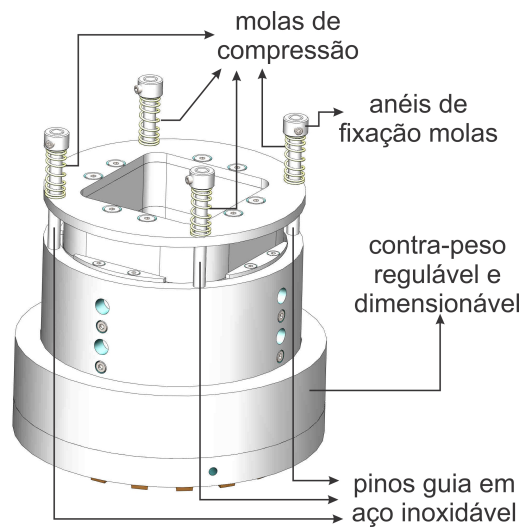


Figura 6: Detalhes dos pinos de aço inox, molas, anéis de fixação das molas o contrapeso.

cambiável apresentada na Figura 7. Esta base pode facilmente ser substituída por outra para se adaptar a diversos projetos específicos desde que não exceda os limites máximos $\sim 30\text{mm} \times 60\text{ mm}$.

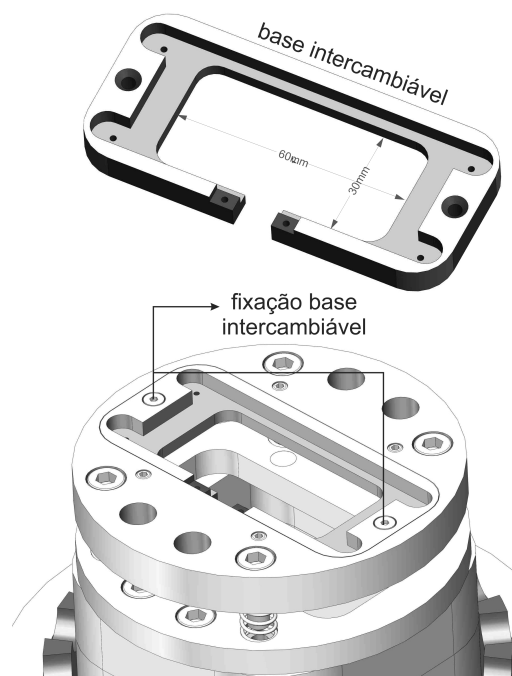


Figura 7: Detalhe da base intercambiável com as dimensões limite do arranjo de fibras.

4 Fabricação

4.1 Considerações do processo de fabricação

Projetos de fabricação específica que não utilizem itens de prateleira podem custar muito tempo e dinheiro. Tempo de fabricação, montagem e ajustes, compra de materiais, entre outros. Porém, este projeto é resolvido de maneira simples, utilizando apenas parafusos, rolamentos e molas como itens de prateleira. Para o LNA, a compra de molas é um processo complicado, pois no Brasil, de maneira geral, não se encontra uma variedade de fabricantes e comerciantes de molas, logo, foi selecionadas molas já existentes na instituição, o que não é comum.

Da fabricação dos itens específicos, o projetista tomou o devido cuidado em desenvolver peças de fácil execução na oficina mecânica da instituição, a exemplo evitando cantos vivos internos que impediriam a execução por não existir, na época deste projeto, uma máquina de eletroerosão à fio. Uma pesquisa das ferramentas existentes na oficina, permitiu selecionar características que não exigissem compra de ferramentas específicas. Esta pesquisa, por exemplo, conduziu o projetista a dividir o corpo central para permitir sua fabricação no LNA. A Figura 8 apresenta uma vista explodida do corpo central.

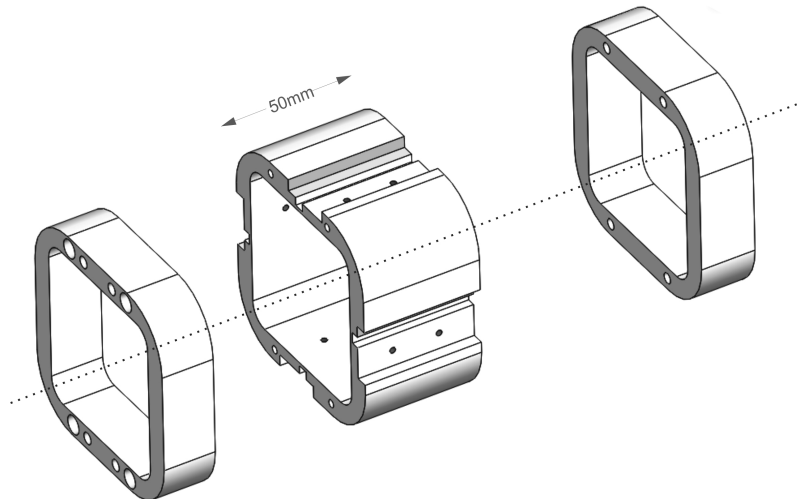


Figura 8: Vista explodida do corpo central quadrado.

A flange de bronze, apresentada na Figura 9, item que faz contato com o abrasivo e apoia o conjunto todo, deve ter suas arestas cortantes perfeitamente eliminadas

com uso de lixas finas. Não é permitido o uso de limas que os tornam extremamente rústicas. Este trabalho não foi realizado pela oficina mecânica, mas sim pelo profissional de polimento.



Figura 9: Detalhe das arestas da flange de bronze.

4.2 Considerações da montagem

Este projeto é de montagem simples não necessitando de ferramentas especiais, utilizando apenas o desenho de conjunto explodido. O projeto executado e montado é apresentado na Figura 10.

5 Conclusões

Esta seção apresenta de maneira itemizada todos os pontos de extrema importância que caracterizaram este projeto e servem de base para desenvolvimentos futuros.

- A base intercambiável trouxe o maior benefício frente aos projetos anteriores. Em trabalhos anteriores, os dispositivos eram utilizados apenas uma única vez, havendo necessidade de novos dispositivos, e com isto um acréscimo do custo final por projeto.

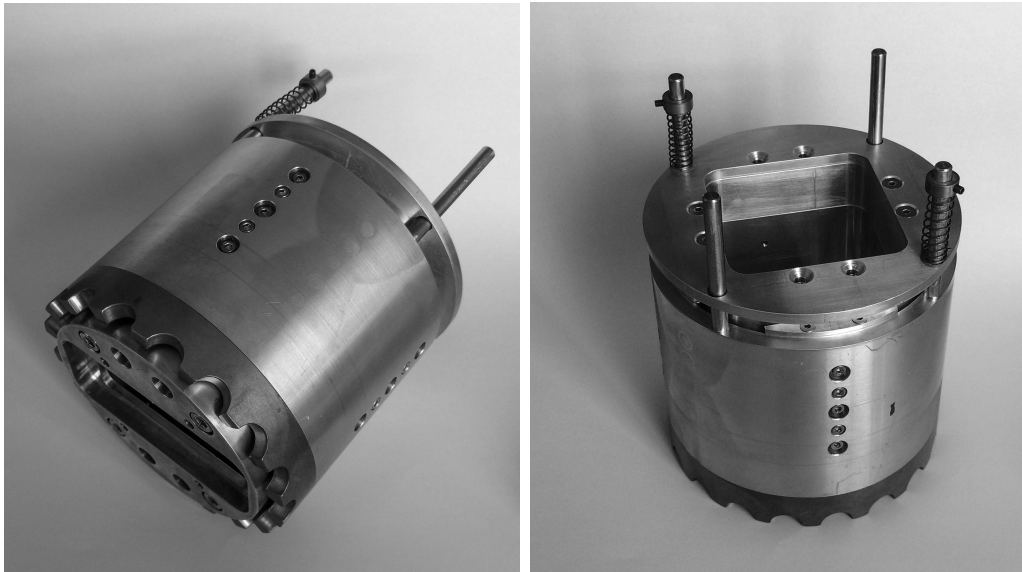


Figura 10: Fotos do dispositivo montado

- O uso de rolamentos na parede externa ao corpo central permitiu um aumento considerável da abertura através do dispositivo trazendo vários benefícios. Dentre os benefícios a estabilidade mecânica do sistema, pois os projetos anteriores permitiam uma leve torção na base de fixação do arranjo de fibras devido ao arraste e torção nesta base por causar curvaturas no arranjo de fibras durante o processo de polimento.
- A facilidade em ajustar a força de mola do dispositivo. Uma vez selecionada a mola, o profissional de polimento pode facilmente soltar os anéis de trava localizados no topo das guias de aço inoxidável e abaixá-lo, forçando mais o conjunto devido a maior compressão da mola.
- A base “*tip-tilt*” mostrou-se muito eficiente, pois suas travas fornecem força suficiente para não movimentar o arranjo de fibras durante o processo de polimento. O projetista não definiu qual é o torque necessário nos parafusos de trava, porém é de fácil identificação pelo profissional se o torque foi suficiente, bastando apenas movimentar a base com as mãos e verificar se há deslocamento da base em relação ao resto do conjunto.

Referências

- [1] Lépine, J.R.D., et al, *SIFUS: SOAR Integral Field Unit Spectrograph*, Proc. SPIE Vol. 4841, 2003.
- [2] European Southern Observatory, *Integral Field Units*, <https://www.eso.org/public/teles-instr/technology/ifu/>, acessado em: setembro de 2016.
- [3] Engis Corporation, <http://www.engis.com/>.