



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE
JANEIRO**

Instituto de Física

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física

Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física



Construindo o Interferômetro de Michelson-Morley

Hercilio Pereira Cordova

&

Helio Salim de Amorim ; Carlos Augusto Domingues Zarro

Material instrucional associado à dissertação de mestrado de Hercílio Pereira Cordova, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Rio de Janeiro
Setembro de 2016

Construindo um interferômetro de Michelson-Morley

Hercilio Pereira Cordova

&

Helio Salim de Amorim; Carlos Augusto Domingues Zarro

1 Introdução

O principal objetivo desse material é auxiliar na construção do interferômetro de Michelson-Morley de baixo custo. O interferômetro foi projetado para ser construído com ferramentas simples como furadeira, limas e arco de serra. Contudo o professor deve procurar em sua região um mecânico industrial, ou mesmo um serralheiro, pois os desenhos fornecidos são de fácil entendimento, aonde qualquer profissional da área de metalurgia vai saber interpretar o desenho e fornecer um orçamento com preço acessível. Observando que não é um experimento de uso único, mas sim um equipamento de longa vida útil com varias aplicações em sala de aula.

2 Construção do Interferômetro

O material base para a construção do interferômetro é perfil de alumínio tipo cantoneira de 1.1/2" x 1/8", medidas em polegada ou 38,1 x 3,125 mm e barra chata também em alumínio de 1" x 1/8" ou 25,4 x 3,125 mm. A vantagem deste material é seu baixo peso, custo acessível e de fácil usinagem (furar e cortar), o que reduz muito o custo de produção.

Ao total são oito peças que compõem o interferômetro, sendo que não é preciso o uso de todas ao mesmo tempo, pois algumas estão em duplicata oferecendo à possibilidade de usar um disco de Hd como espelho ou um pedaço de espelho de maquina fotocopadora (Xerox). Temos os seguintes itens.

1. Suporte de lâmina de microscópio. (divisor de feixe).
2. Suporte do divisor de feixe. (Semi-espelho comprado da China)
3. Suporte do LASER.
4. Suporte do espelho fixo. (Espelho comprado da China)
5. Suporte do espelho móvel.
6. Suporte do espelho de disco de Hd.
7. Suporte do espelho de máquina copiadora.
8. Suporte da lente.

Destes oito itens, podem ser feitas combinações de acordo com o objetivo de uso do interferômetro. Sendo que o interferômetro necessita obrigatoriamente do LASER, dois espelhos e uma lente para espalhar o feixe.

Assim um interferômetro pode ser feito só com espelhos fixos a fim de obter a figura de interferência, ou conter um espelho móvel que permite medir o comprimento de onda. Quanto ao tipo de espelho usado, vai depender da disponibilidade, disco de Hd ou espelho de maquinas fotocopadoras.

Desta forma o equipamento é flexível no uso dos espelhos e objetivos, tornando o projeto mais acessível. Assim o próprio professor em conjunto com a escola e meio de fabricação (mecânicos) pode ir aumentando o numero de itens do interferômetro conforme o projeto progride, não necessitando de um investimento alto logo de inicio, mas ir evoluindo o projeto de acordo com o aprendizado.

Suporte de lâmina de microscópio

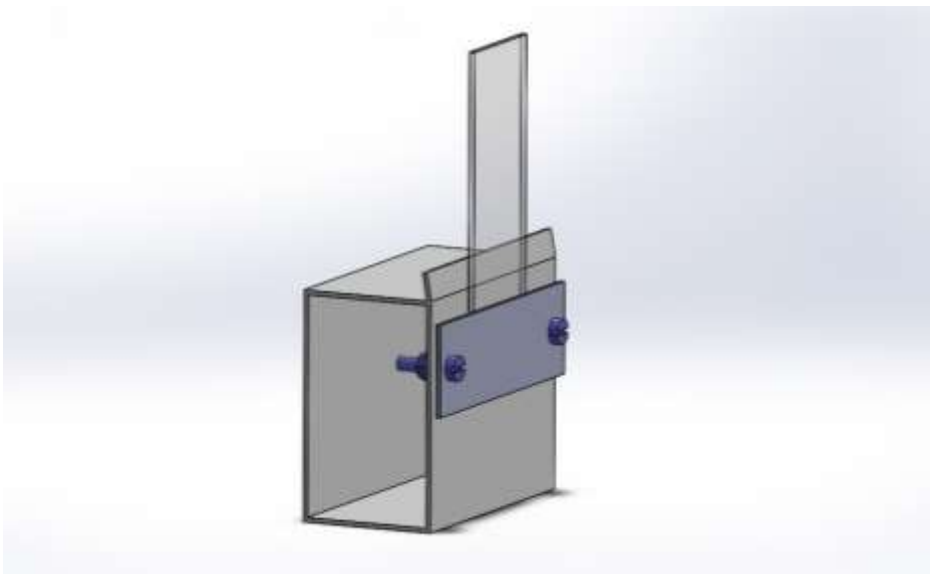


Figura 1. Suporte de lâmina de microscópio. Vista frontal

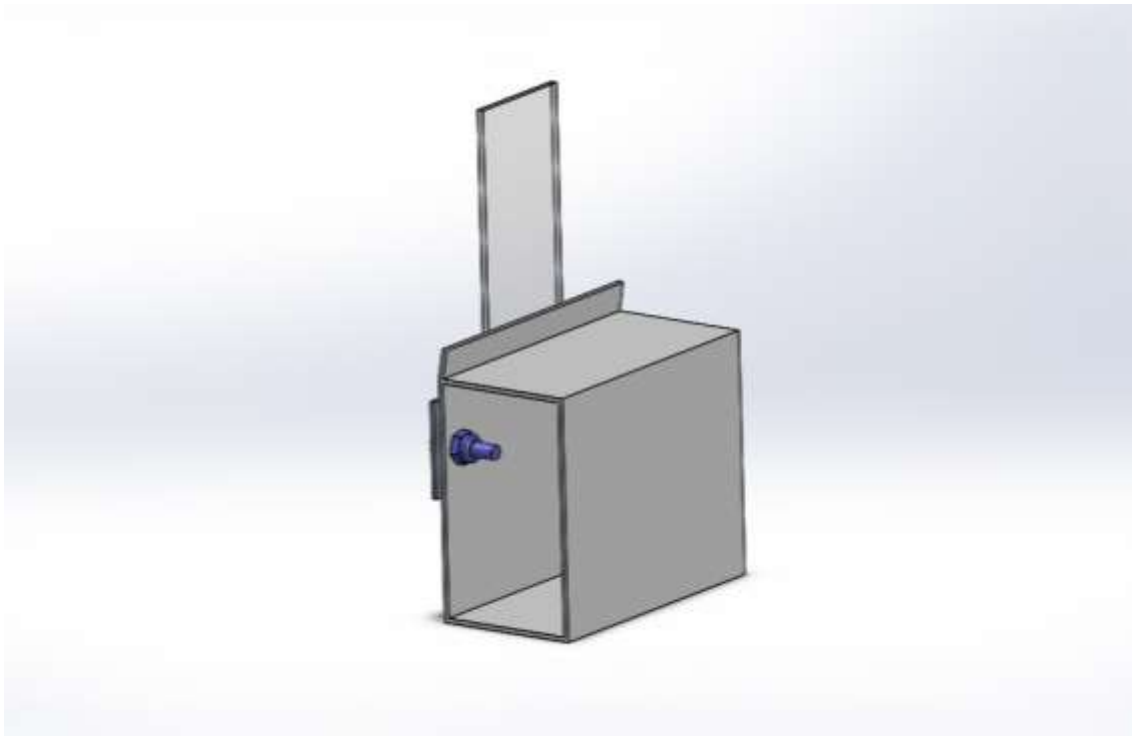


Figura 2. Suporte de lâmina de microscópio. Vista de trás.

Unidade: mm

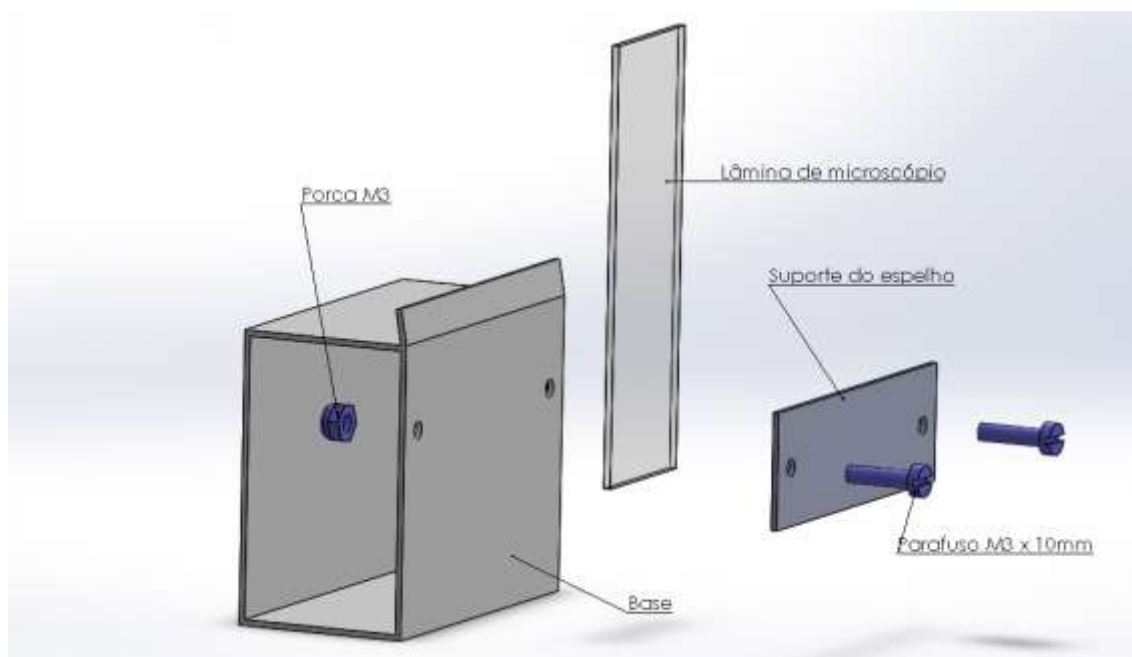


Figura 3. Suporte de lâmina de microscópio. Vista explodida.

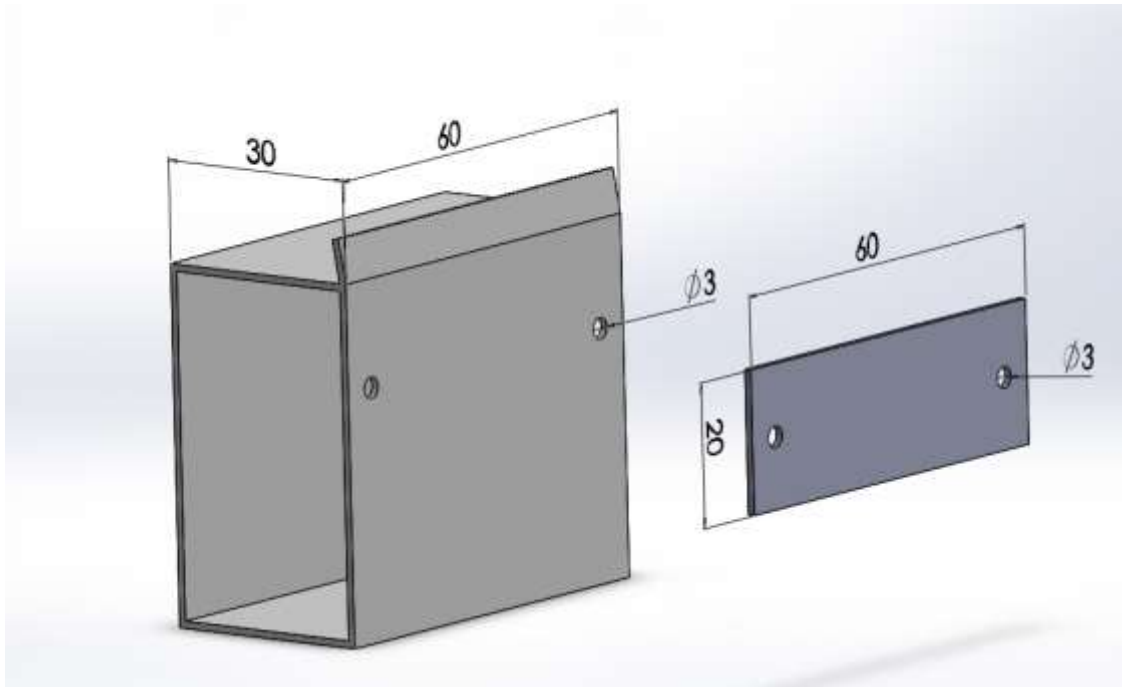


Figura 4. Suporte de lâmina de microscópio. Vista explodida com medidas.

Unidade: mm

Desenho do suporte do divisor de feixe

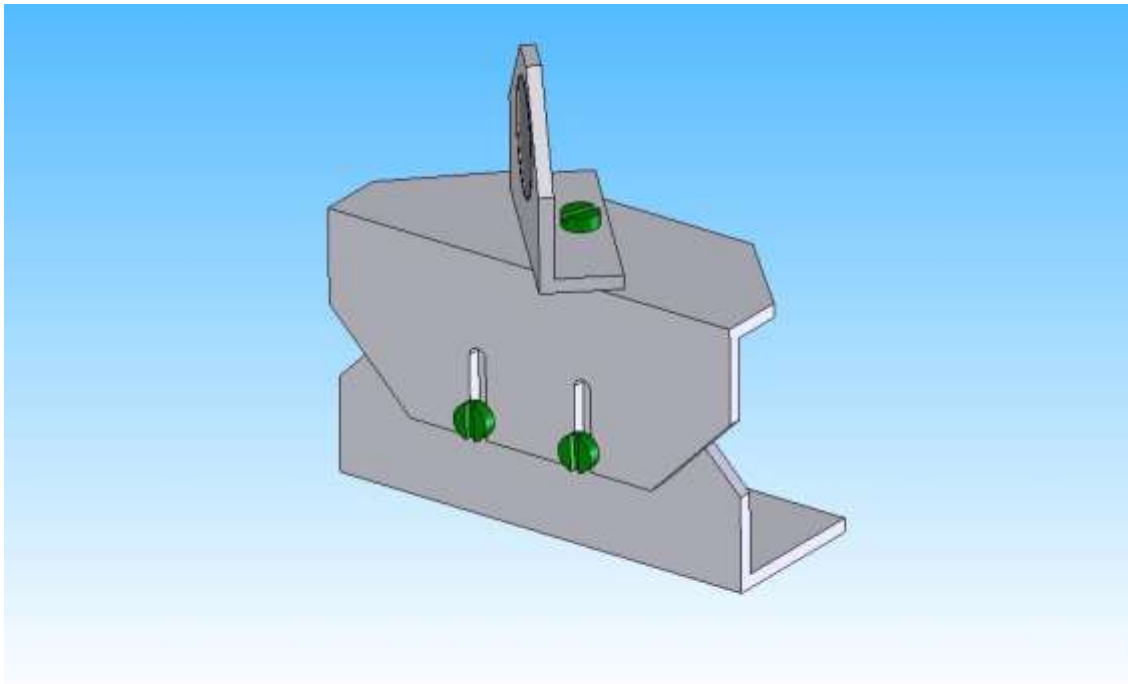


Figura 5. Suporte do divisor de feixe. Vista frontal.

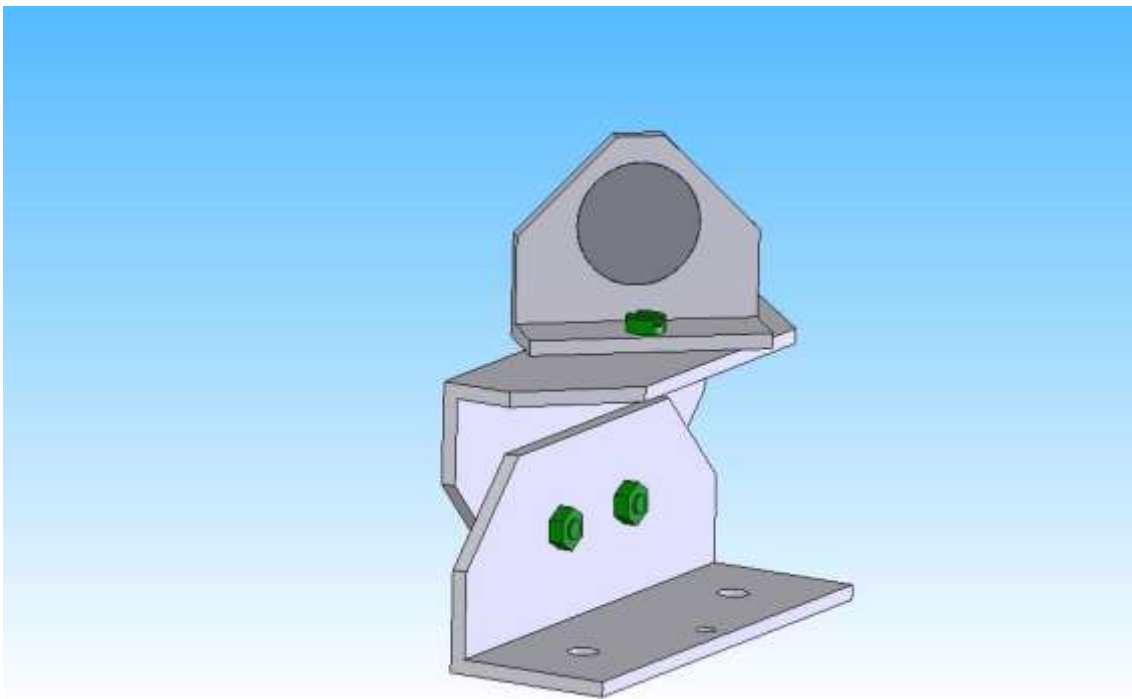


Figura 6. Suporte do divisor de feixe. Vista de trás.

Unidade: mm

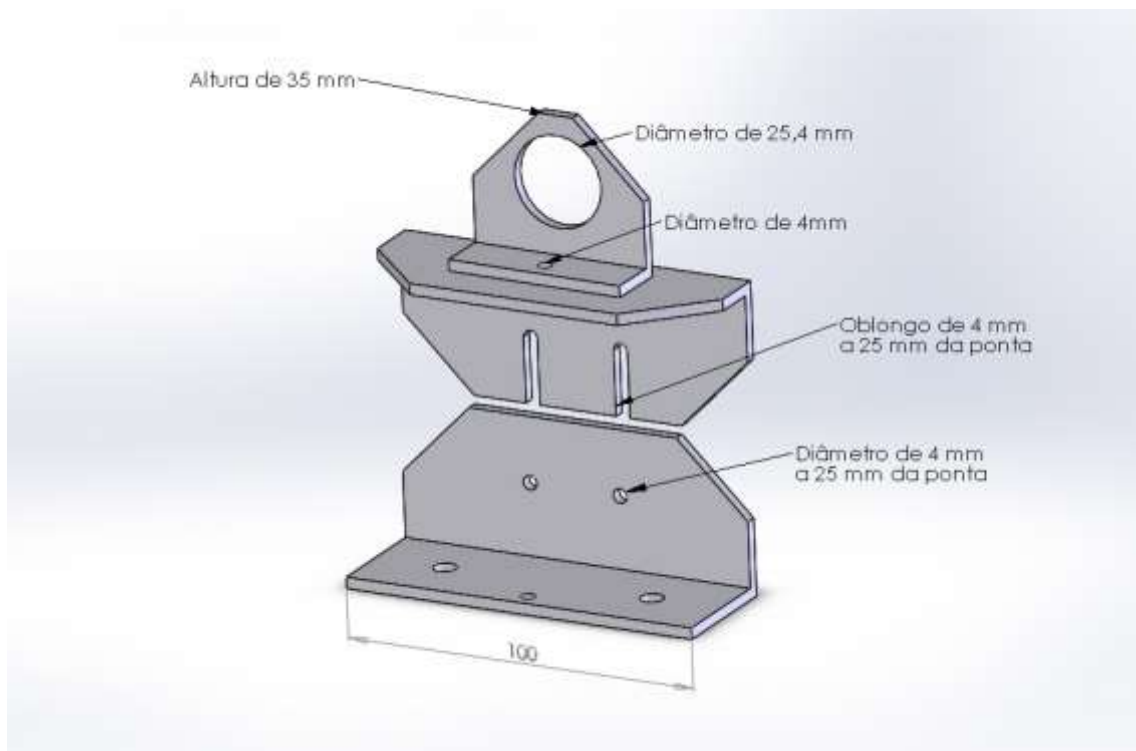


Figura 7. Suporte do divisor de feixe. Medidas

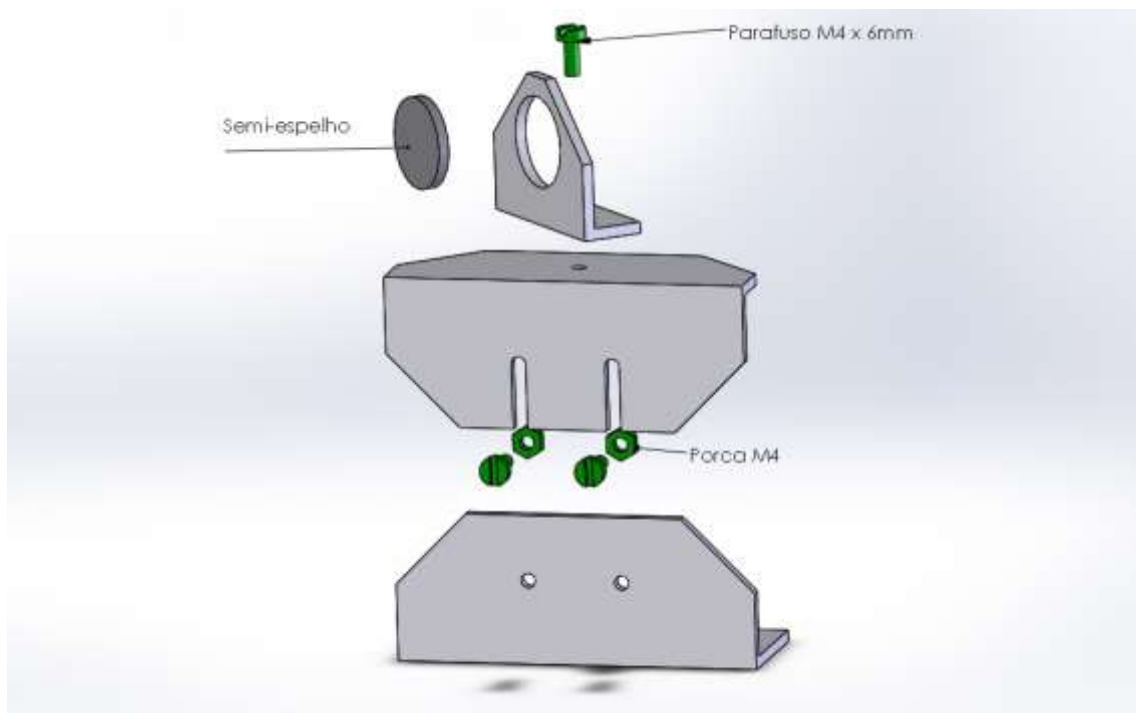


Figura 8. Suporte do divisor de feixe. Vista explodida.

Unidade: mm

Desenho do suporte do LASER

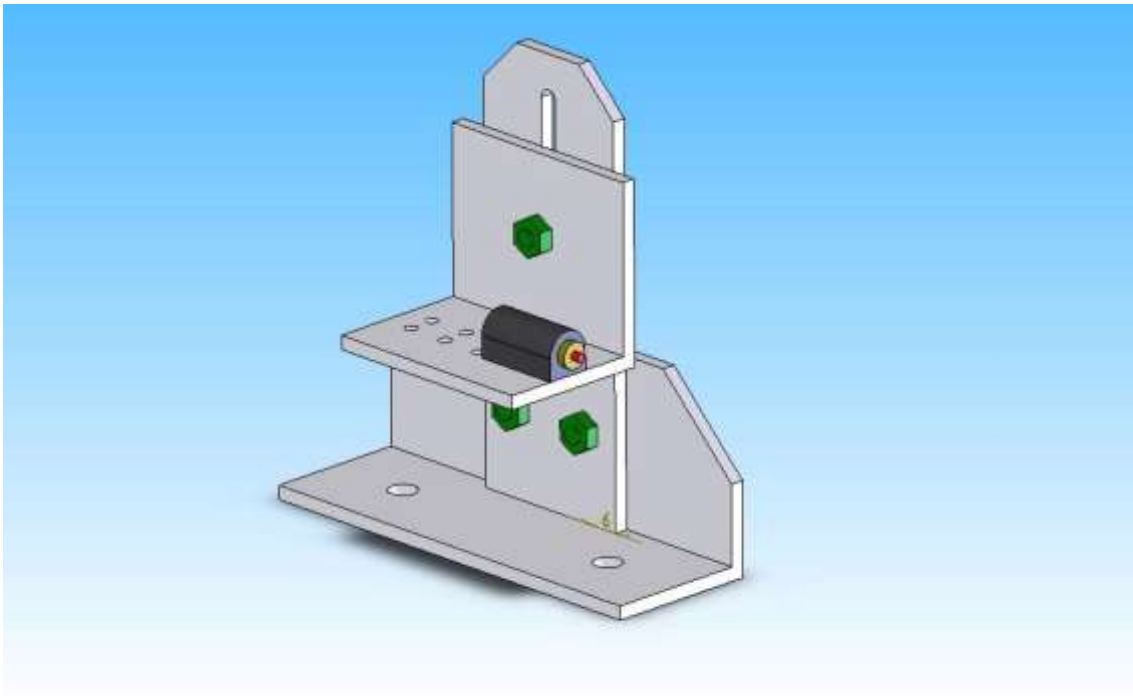


Figura 9. Suporte do LASER. Vista frontal.

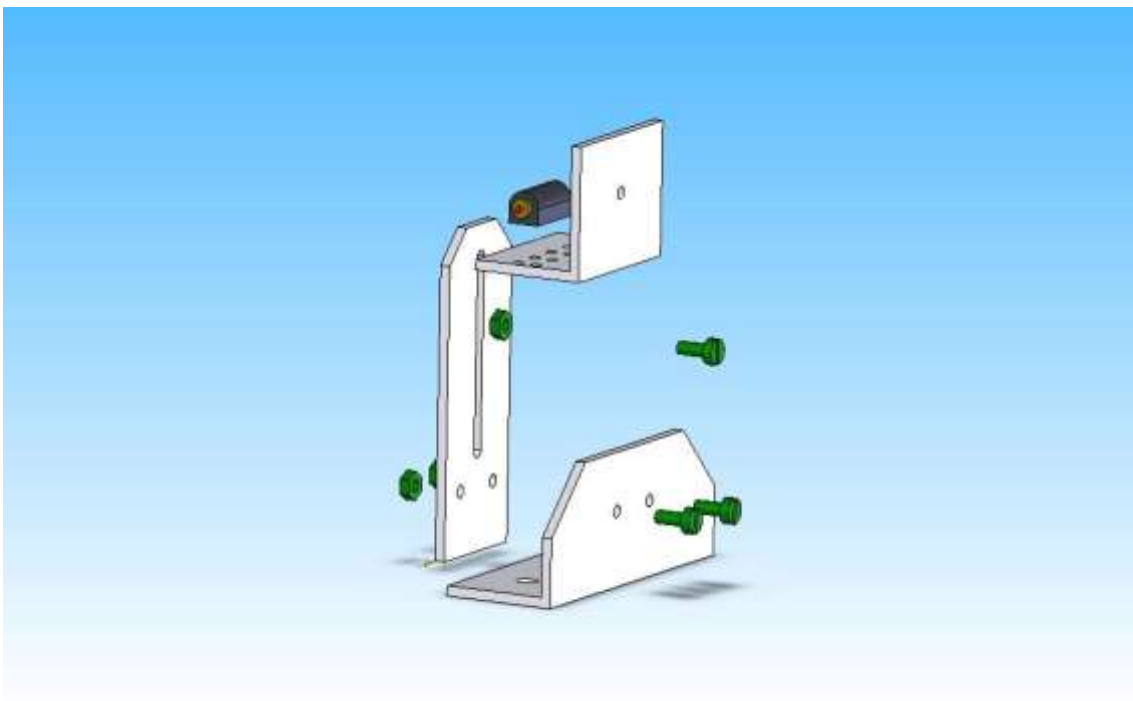


Figura 10 Suporte do LASER. Vista explodida.

Unidade: mm

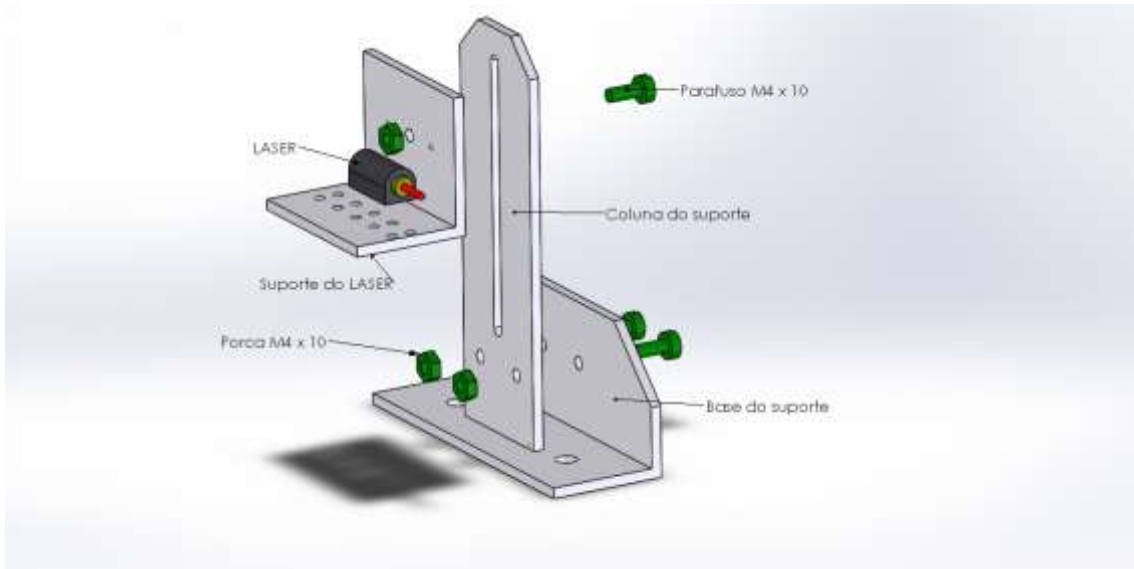


Figura 11 Suporte do LASER. Vista explodida com detalhes construtivos.

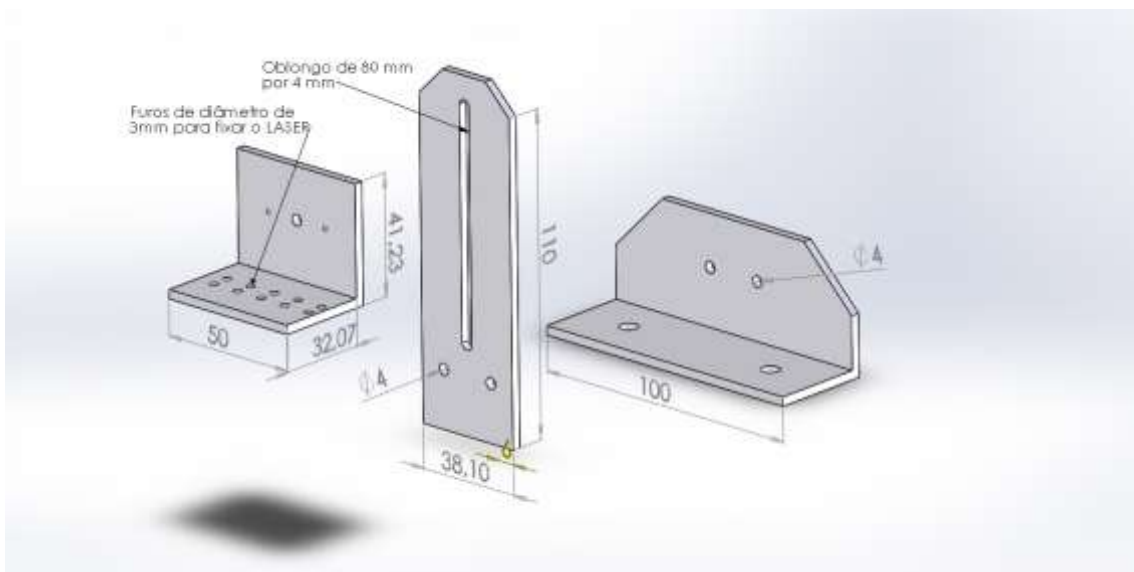


Figura 12. Suporte do LASER. Vista explodida com medias.

Unidade: mm

Desenho do suporte do espelho fixo

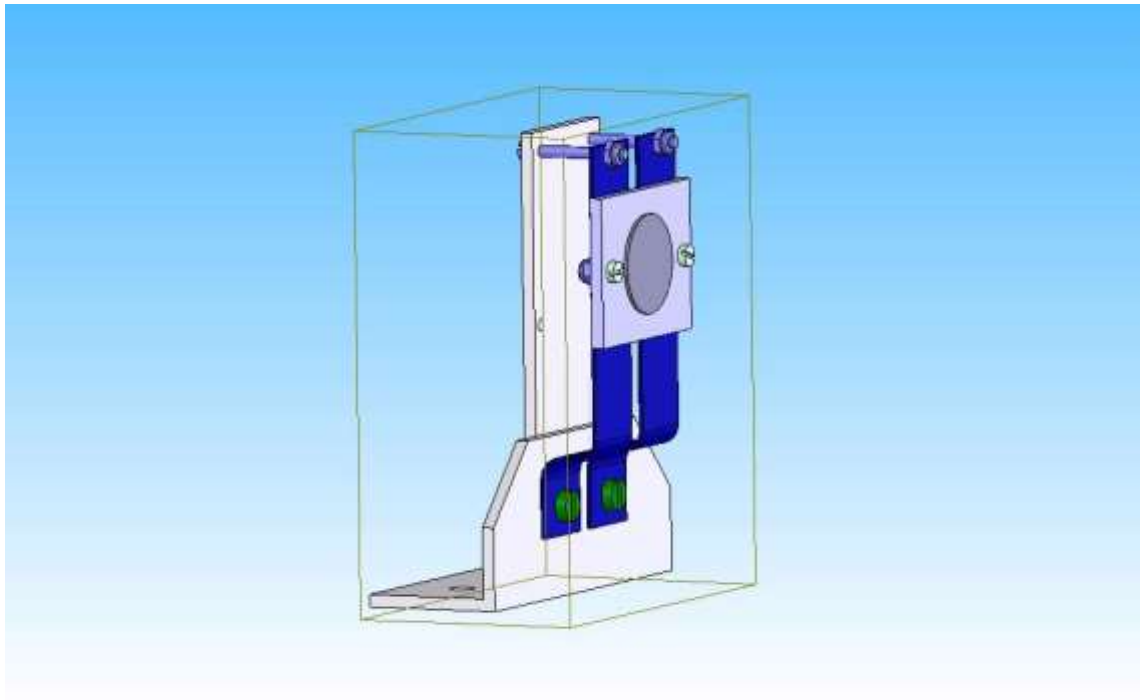


Figura 13. Suporte do espelho fixo. Vista frontal.

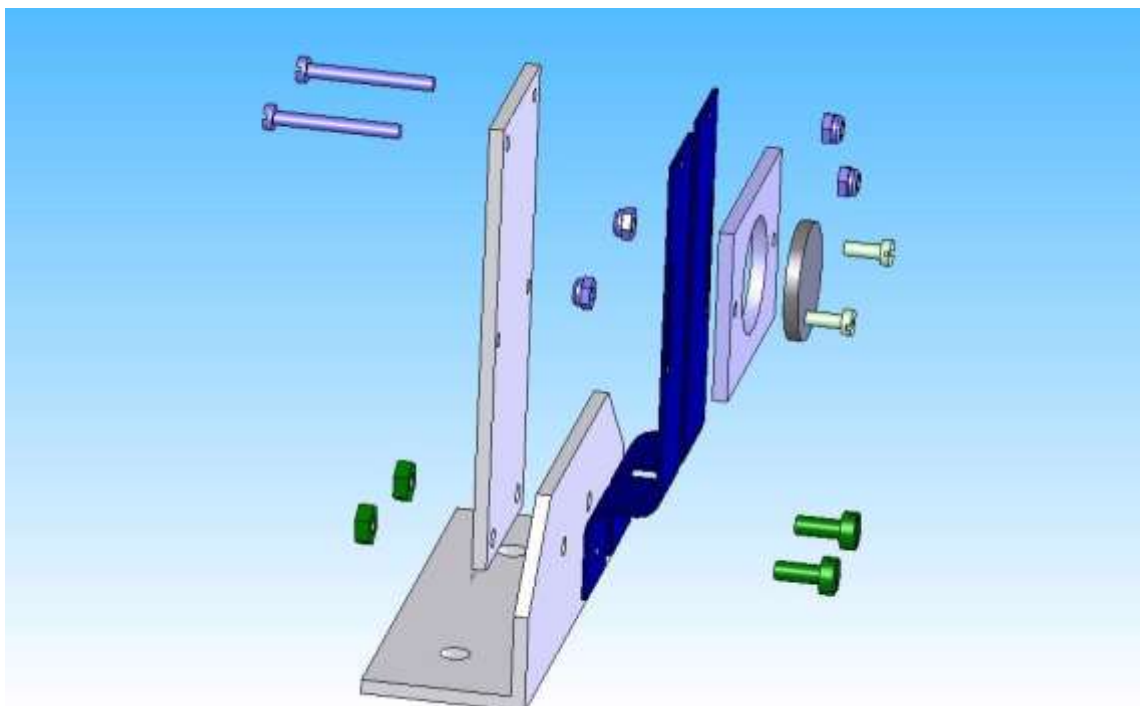


Figura 14. Suporte do espelho fixo. Vista explodida.

Unidade: mm

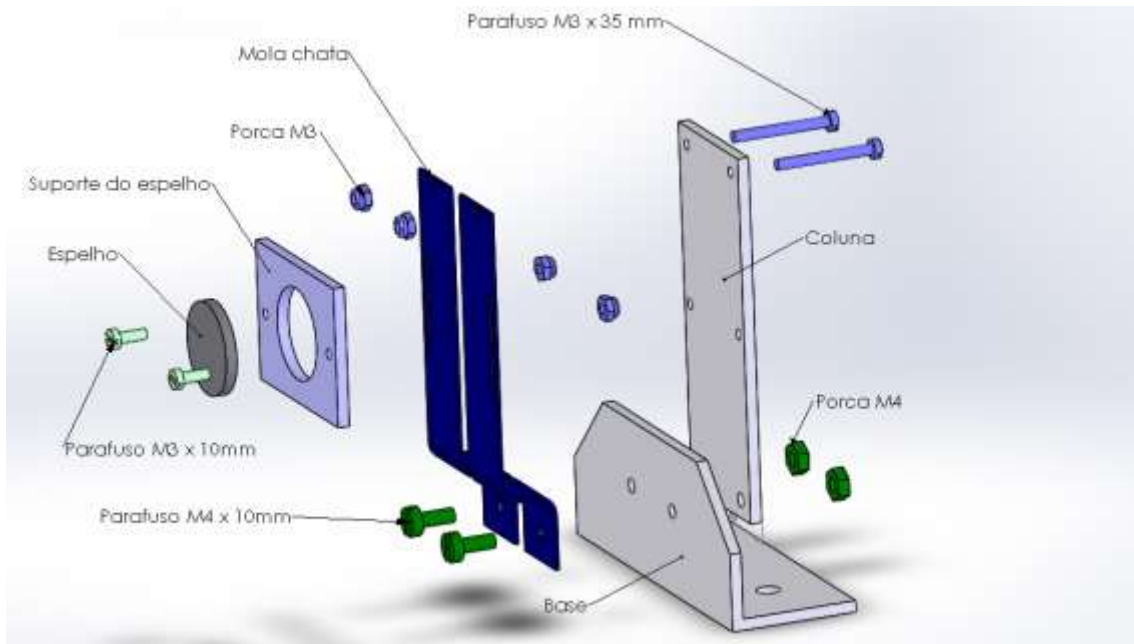


Figura 15 Suporte do espelho fixo. Vista explodida com detalhes construtivos.

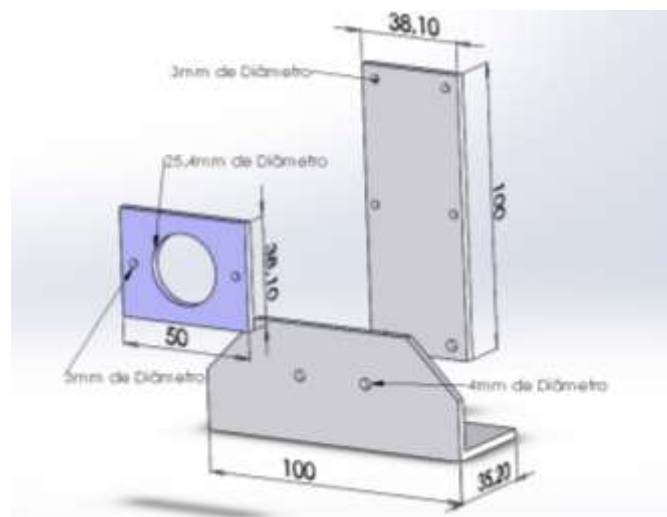


Figura 16 Suporte do espelho fixo. Vista explodida com medidas.

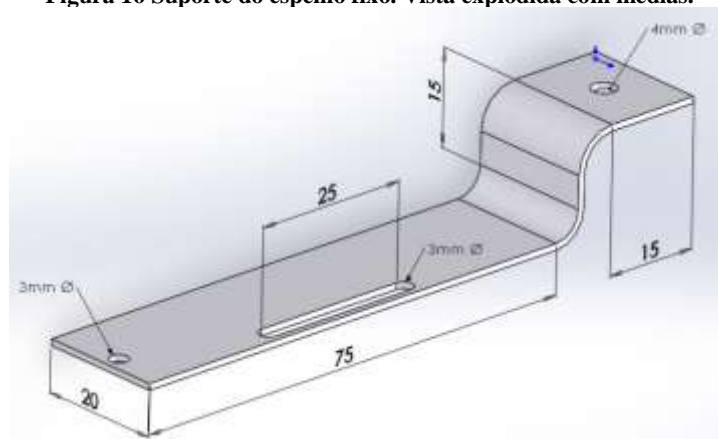


Figura 17. Mola do espelho fixo. Vista com medidas.

Unidade: mm

Desenho do suporte do espelho móvel

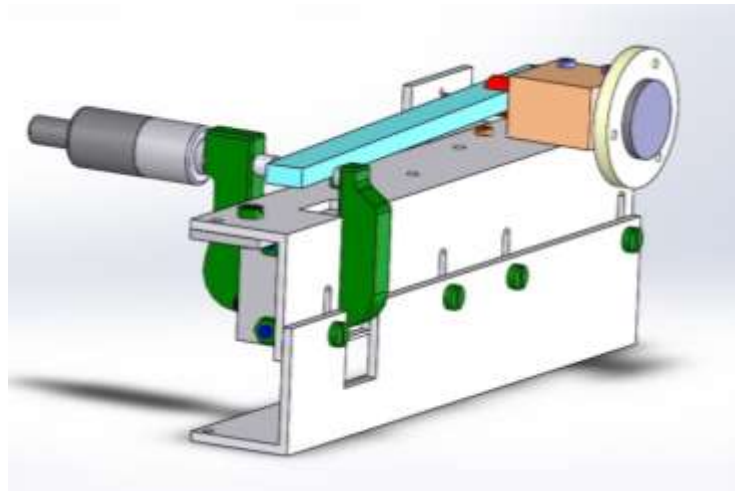


Figura 18. Suporte do espelho móvel. Vista direita.

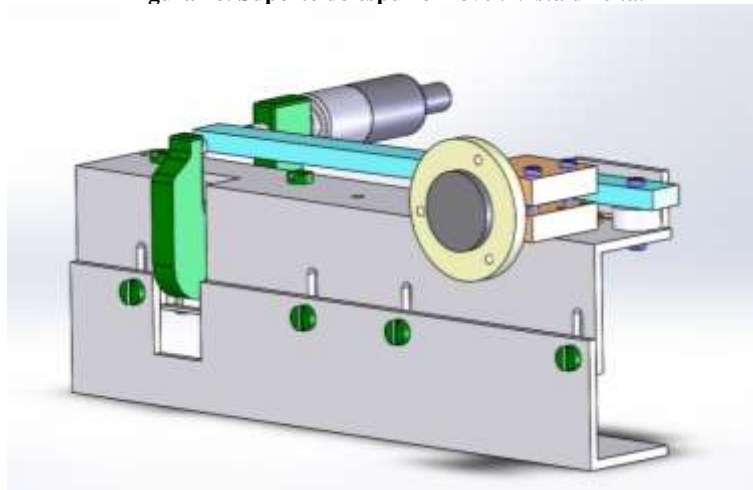


Figura 19 Suporte do espelho móvel. Vista esquerda.

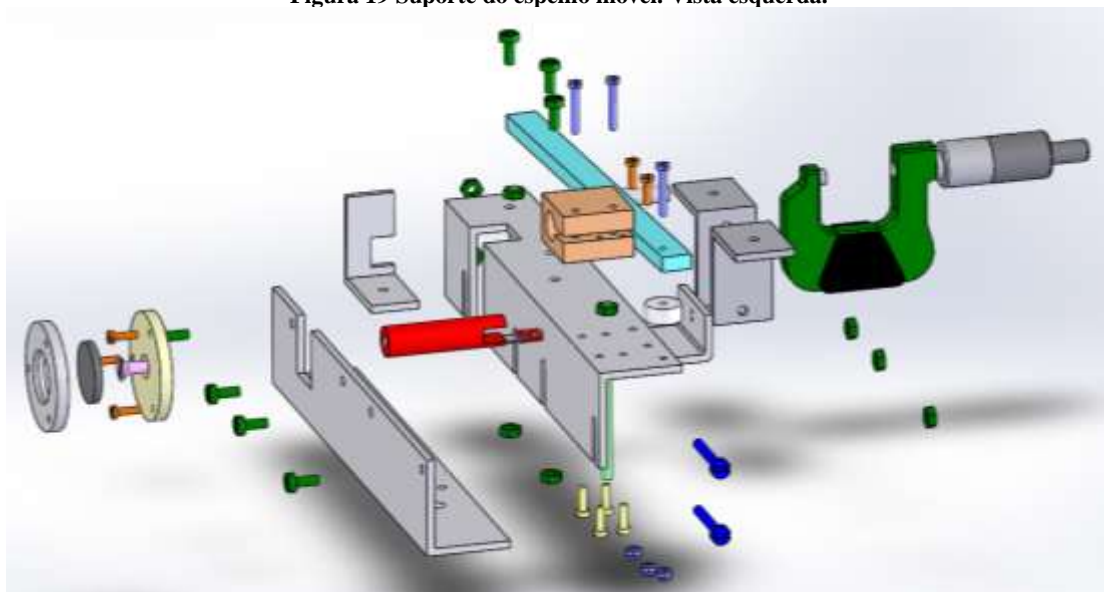


Figura 20 Suporte do espelho móvel. Vista explodida.

Unidade: mm

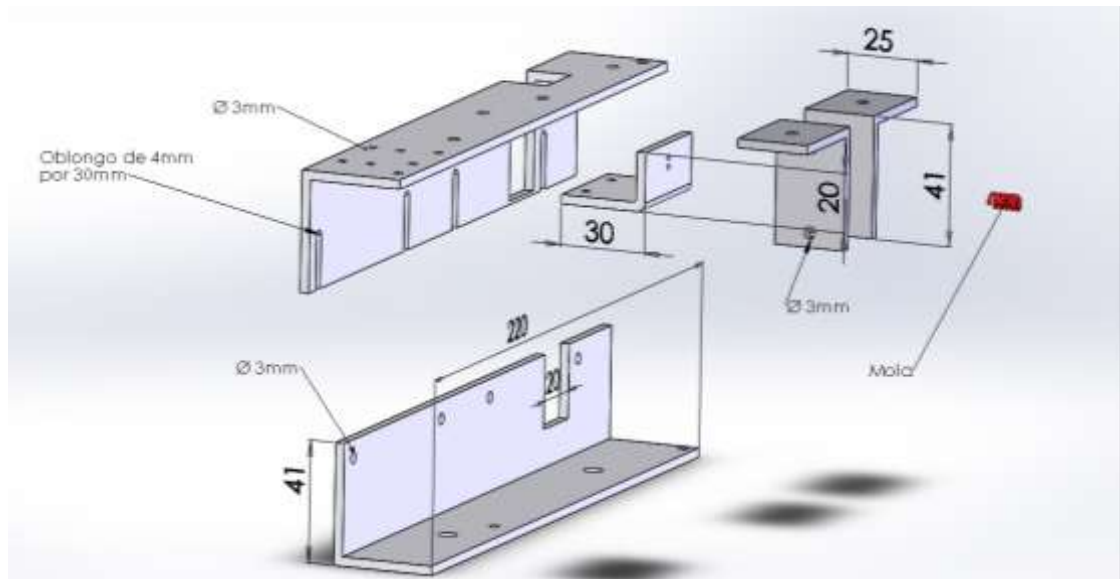


Figura 21. Suporte do espelho móvel. Vista explodida com medidas

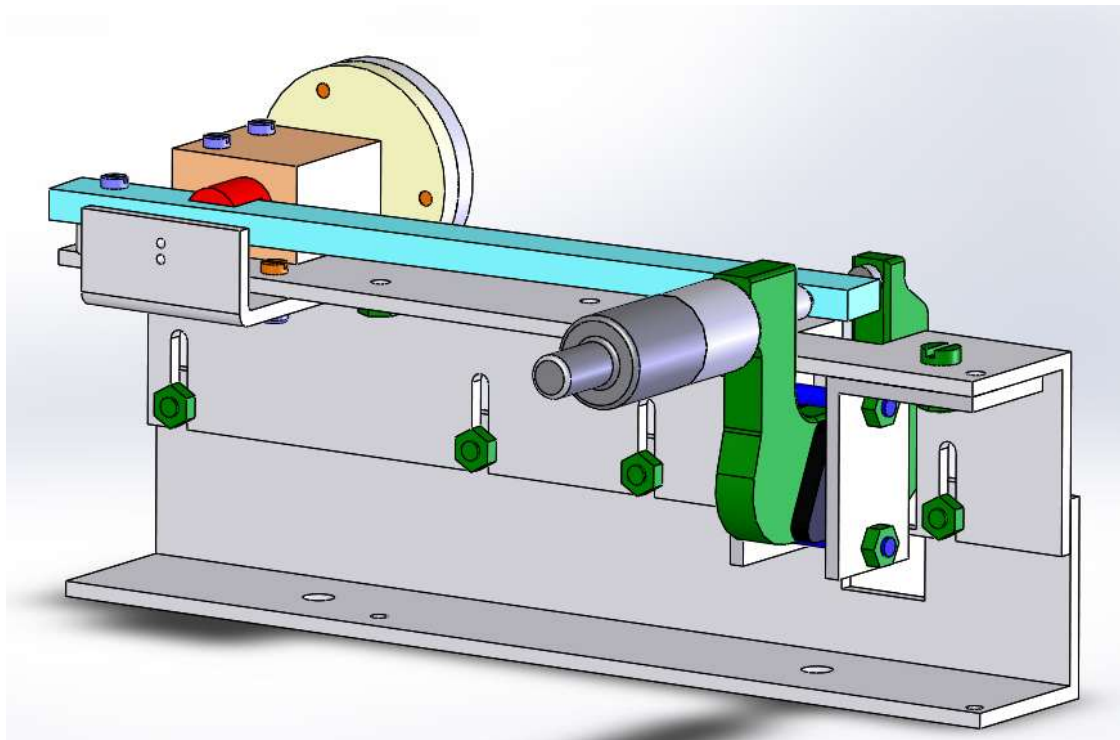


Figura 22. Suporte do espelho móvel. Vista de trás.

Unidade: mm

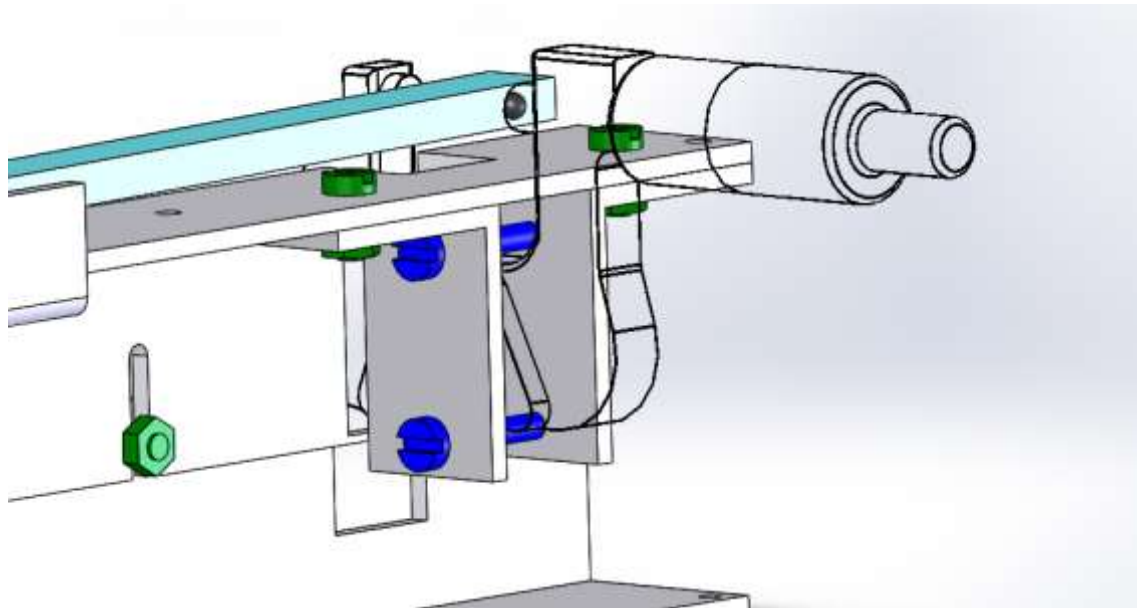


Figura 23. Suporte do espelho móvel. Detalhe do suporte do micrômetro.

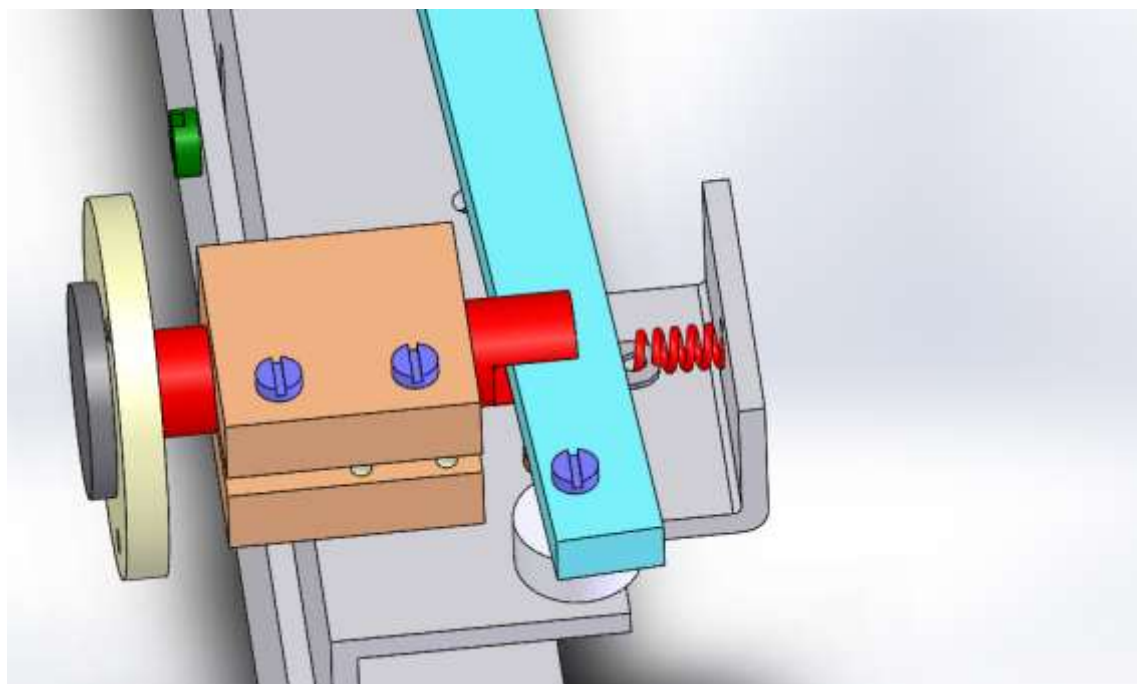


Figura 24. Suporte do espelho móvel. Detalha pra o guia do espelho com mola de retorno.

Unidade: mm

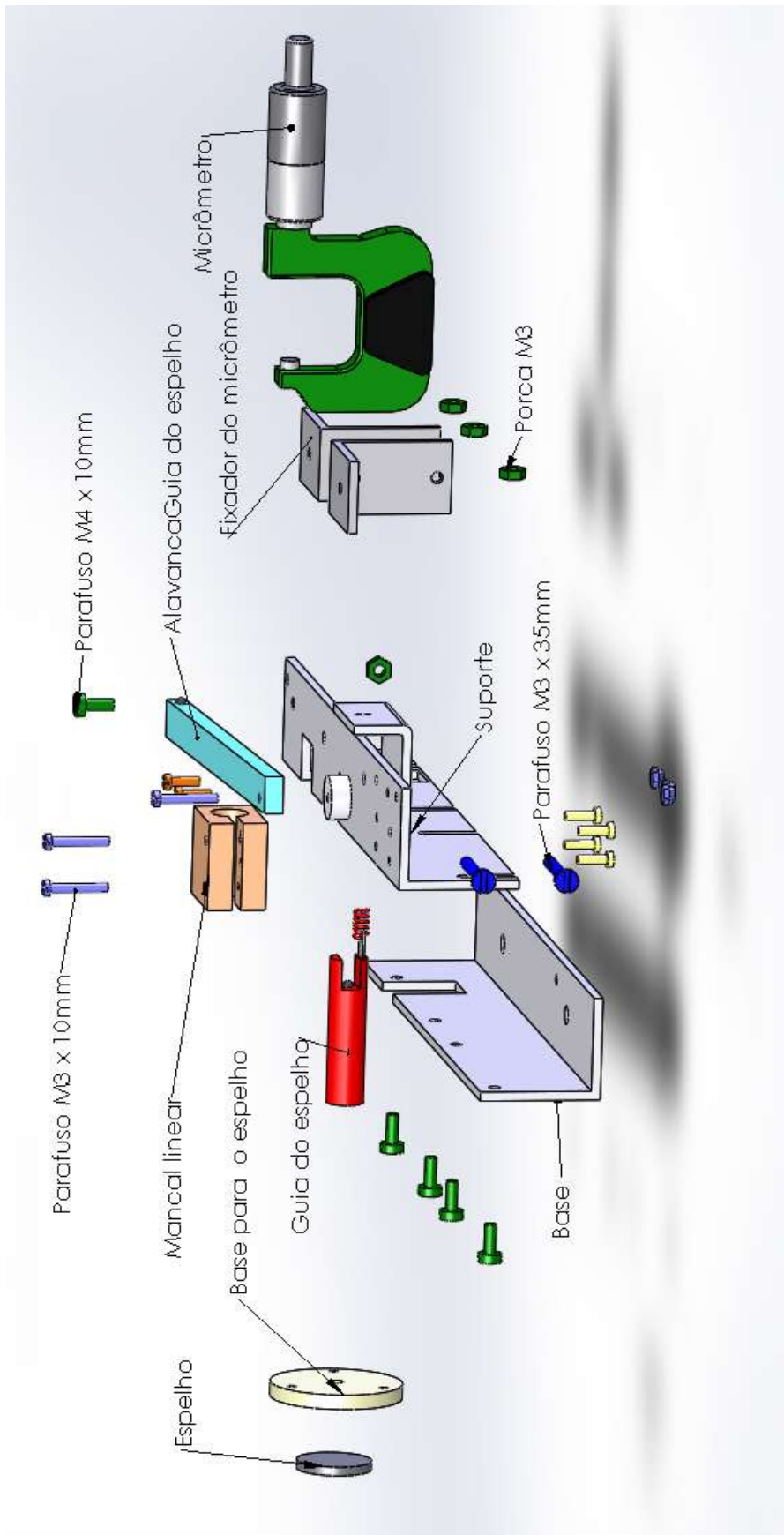


Figura 25. Suporte do espelho móvel. Vista explodida descritiva.

Unidade: mm

Desenho do suporte do disco de espelho de HD

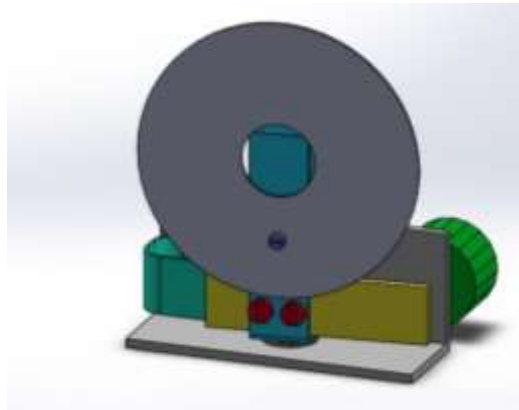


Figura 26. Suporte do espelho de Hd. Vista frontal.

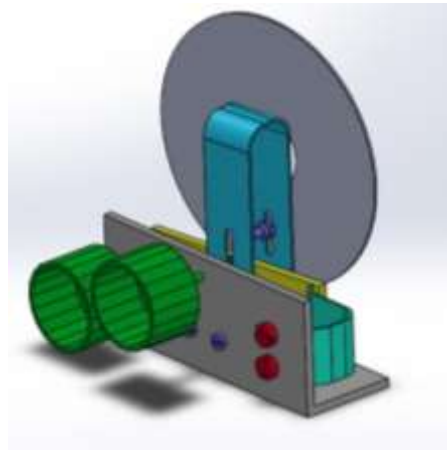


Figura 27 Suporte do espelho de Hd. Vista de trás.

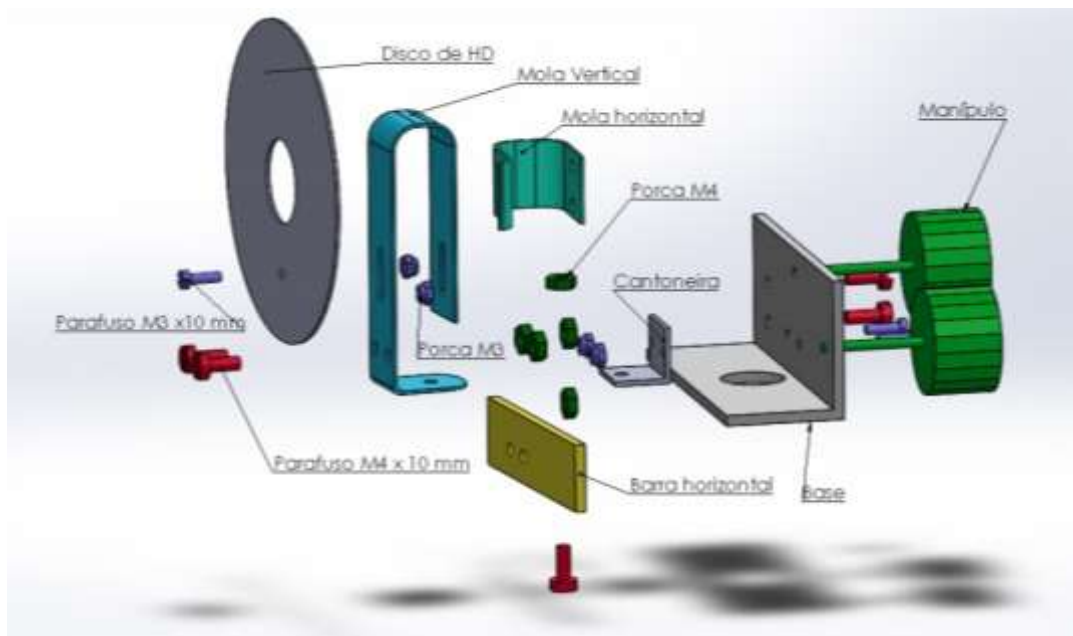


Figura 28 Suporte do espelho de Hd. Vista explodida com descrição.

Unidade: mm

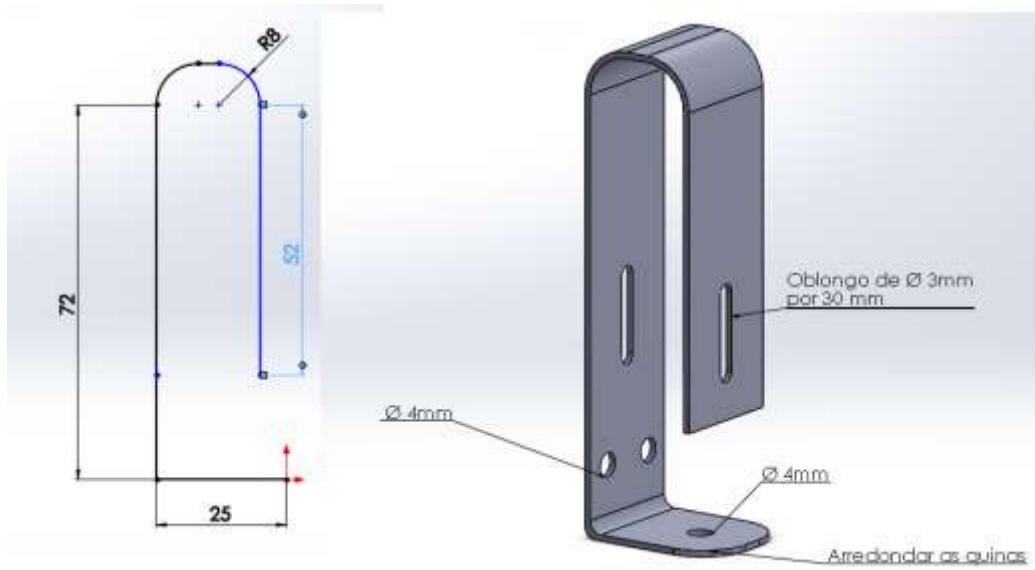


Figura 29. Suporte do espelho de Hd. Detalhes da mola vertical.

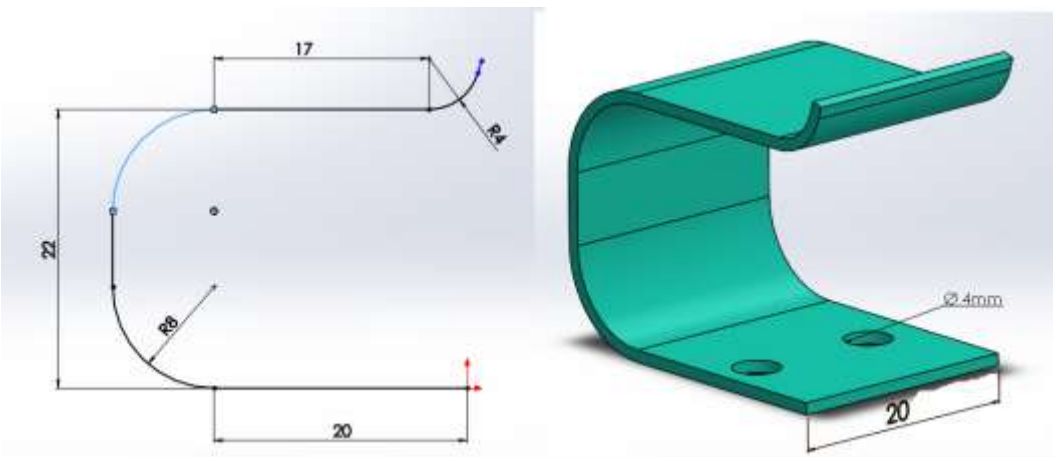


Figura 30 Suporte do espelho de Hd. Detalhes da mola horizontal.

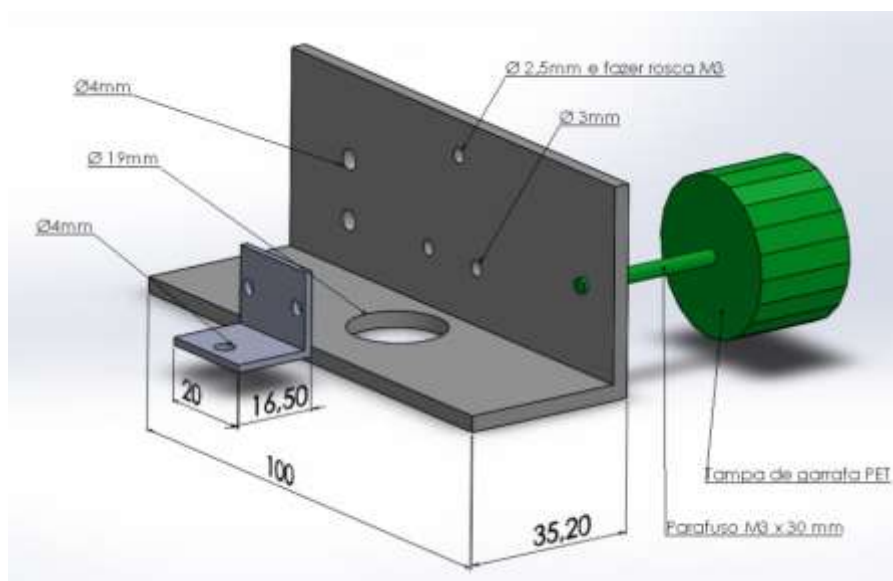


Figura 31 Suporte do espelho de Hd. Medidas da base.

Unidade: mm

Desenho do suporte do espelho de máquina copiadora (Xerox)

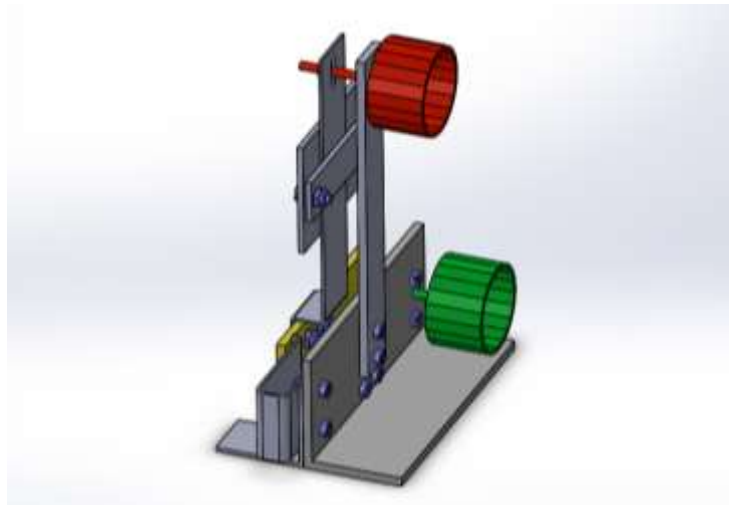


Figura 32. Suporte de espelho de máquina de Xerox. Vista frontal.

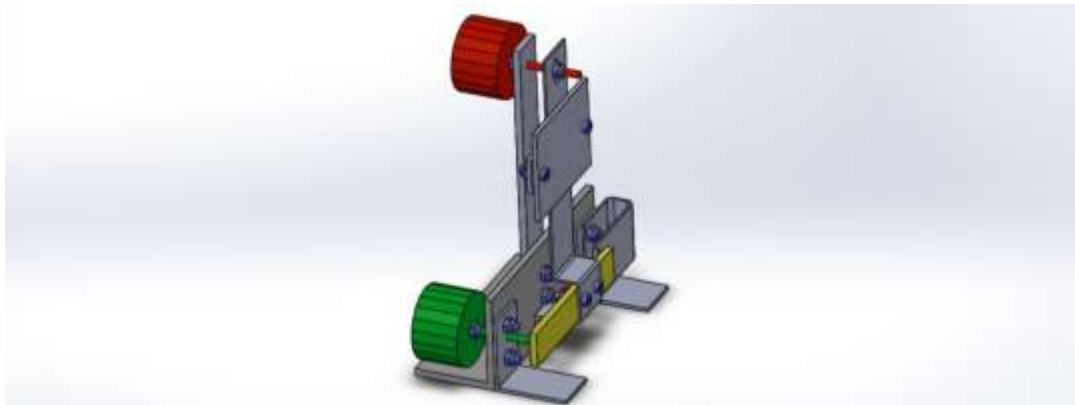


Figura 33. Suporte de espelho de máquina de Xerox. Vista lateral esquerda.

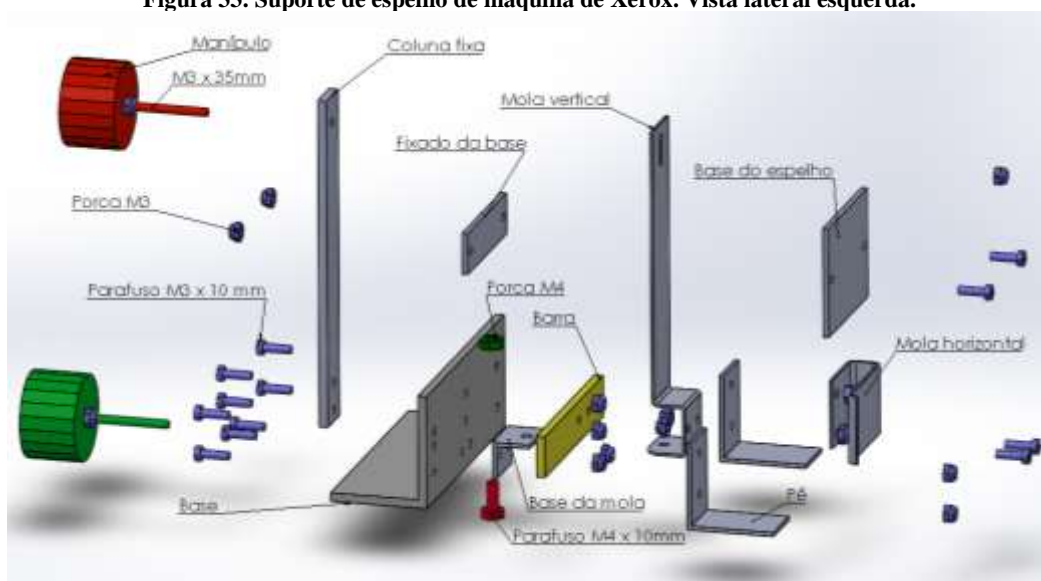


Figura 34. Suporte de espelho de máquina de Xerox. Vista explodida descritiva.

Unidade: mm

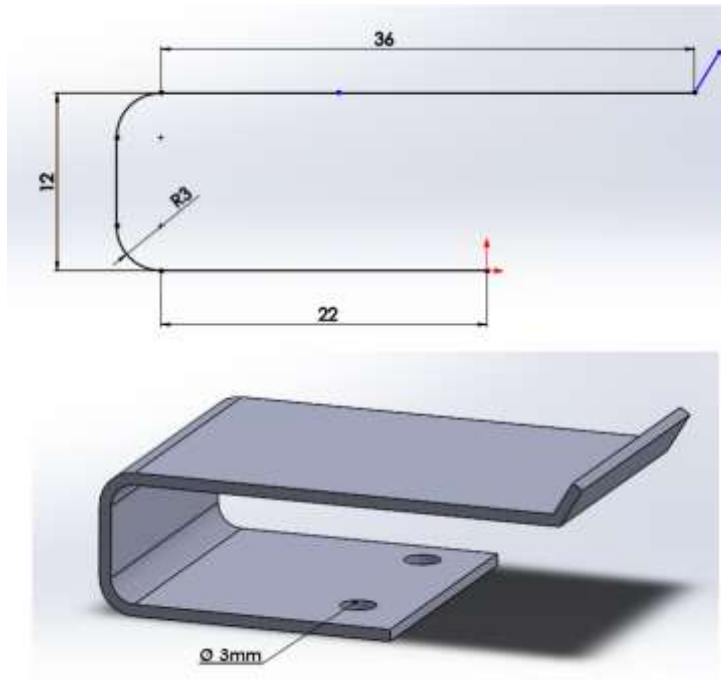


Figura 35. Suporte de espelho de máquina de Xerox. Vista detalha da mola horizontal.

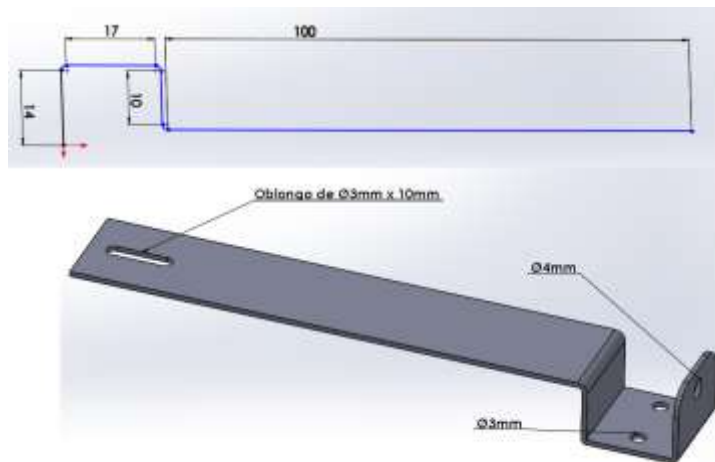


Figura 36. Suporte de espelho de máquina de xerox. Vista detalhada da mola vertical.

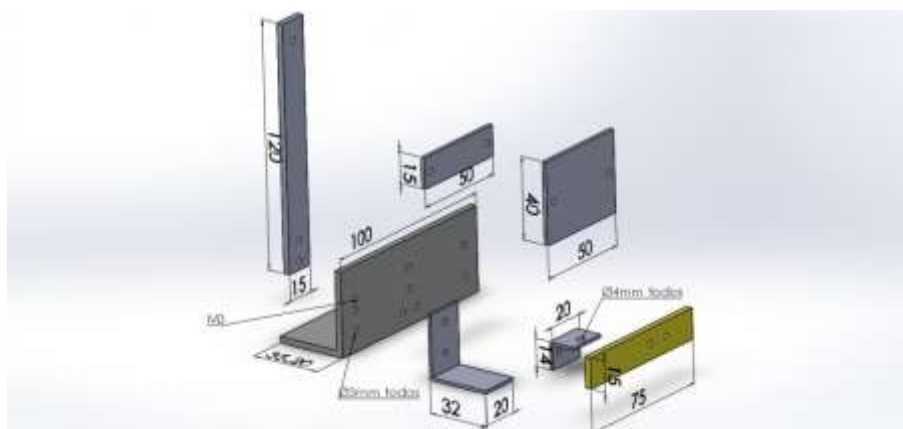


Figura 37. Suporte de espelho de máquina de xerox. Vista explodida com medidas.

Unidade: mm

Desenho do suporte da lente

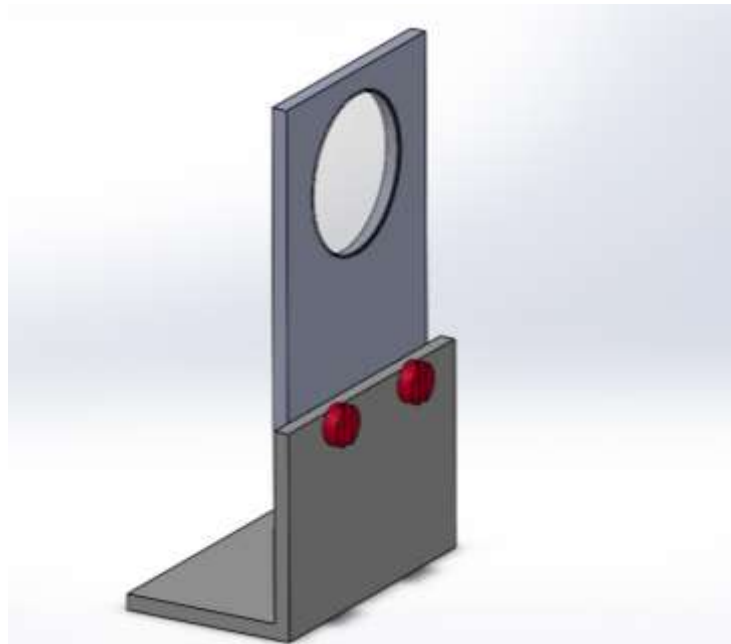


Figura 38. Suporte da lente. Vista frontal.

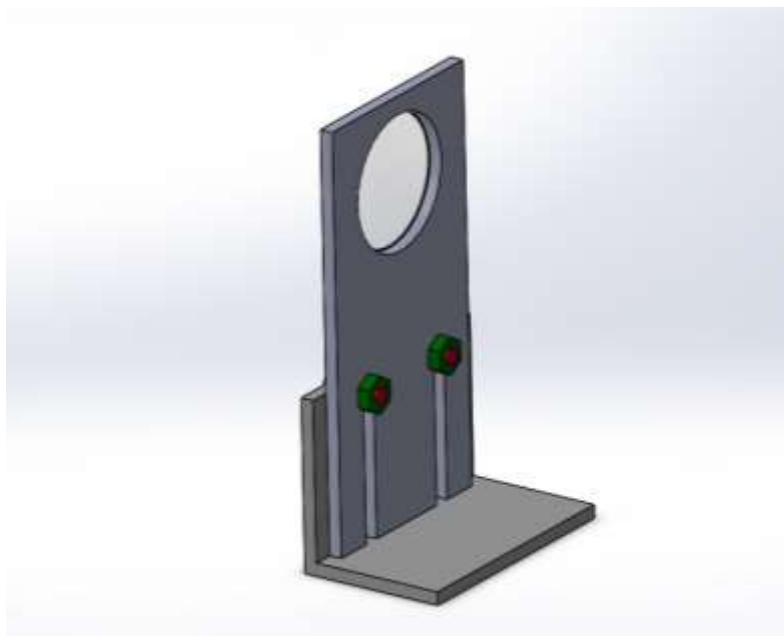


Figura 39. Suporte da lente. Vista de trás.

Unidade: mm

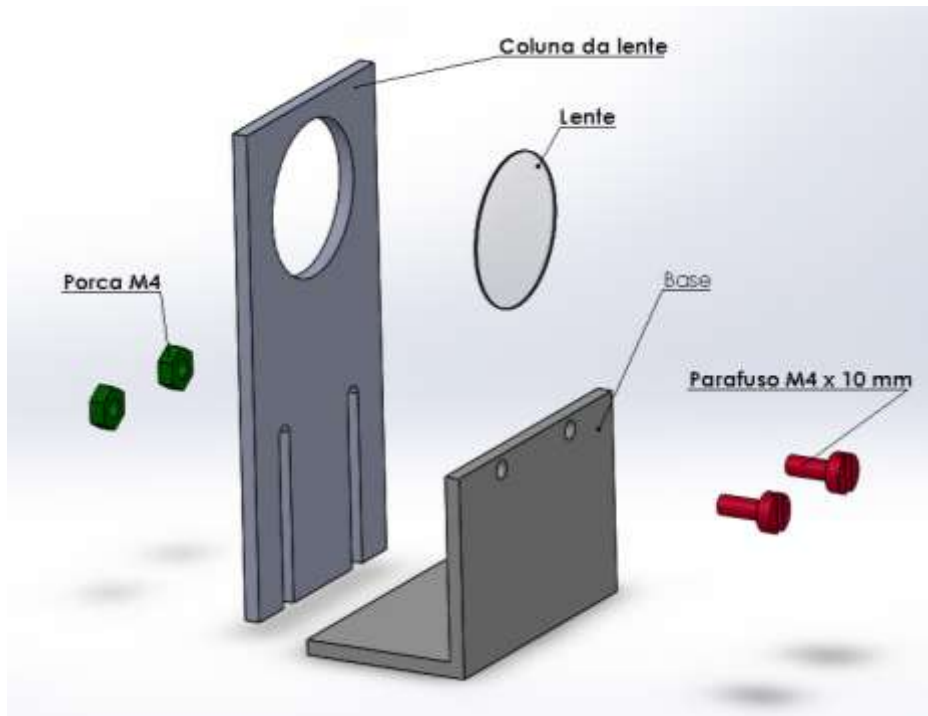


Figura 40. Suporte da lente. Vista explodida descritiva.

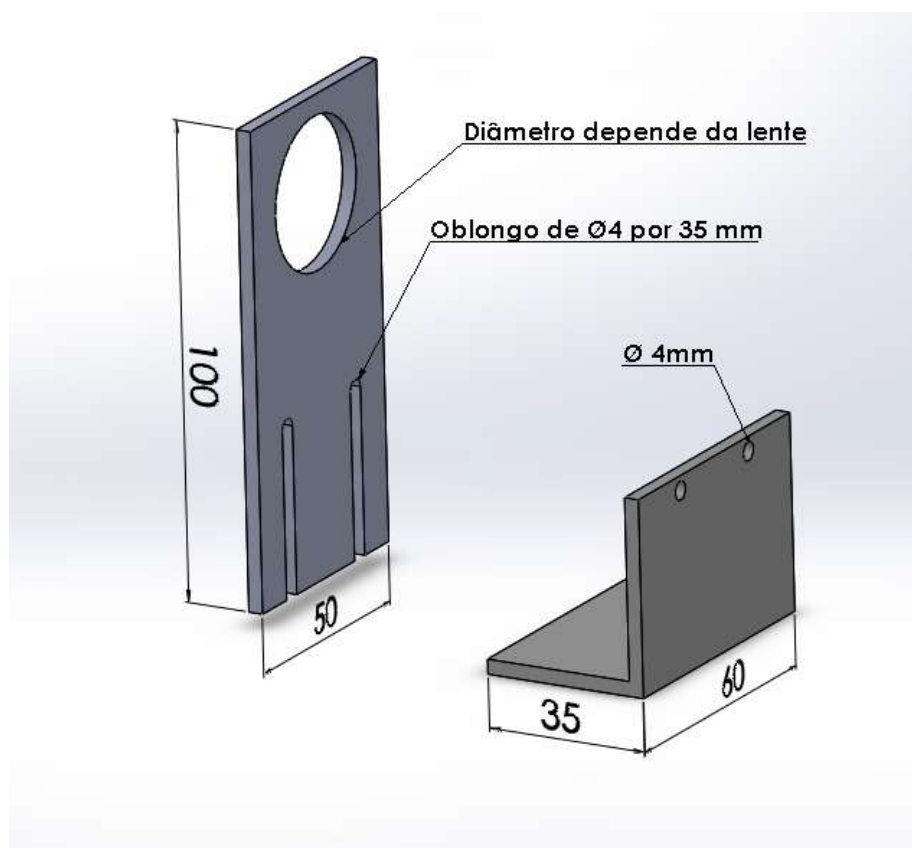


Figura 41. Suporte da lente. Vista explodida com medidas.

Unidade: mm

Desenho do interferômetro completo

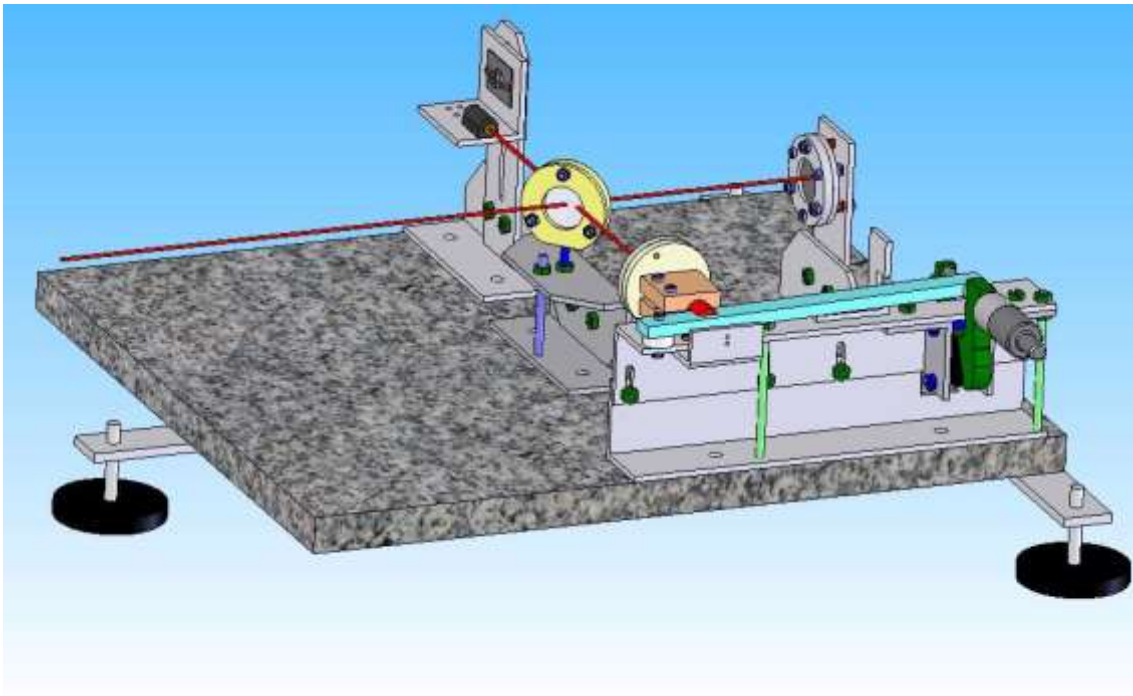


Figura 42. Primeira versão. Vista frontal.

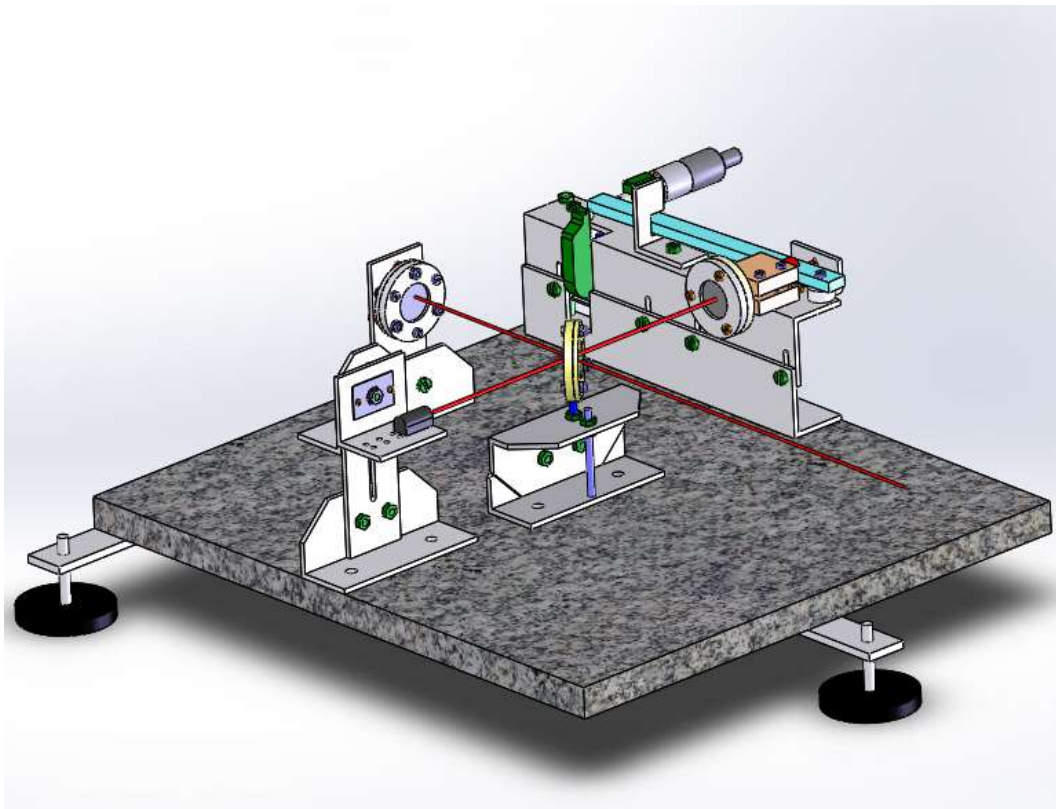


Figura 43. Primeira versão. Vista lateral

Unidade: mm

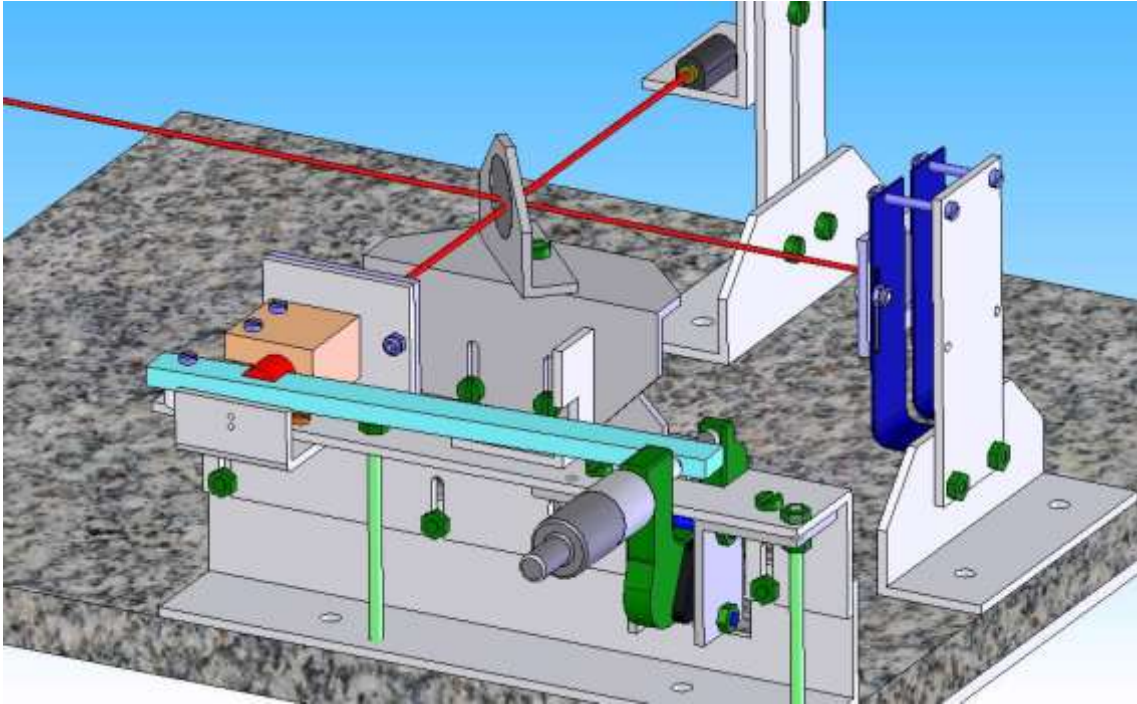


Figura 44. Segunda versão. Vista frontal

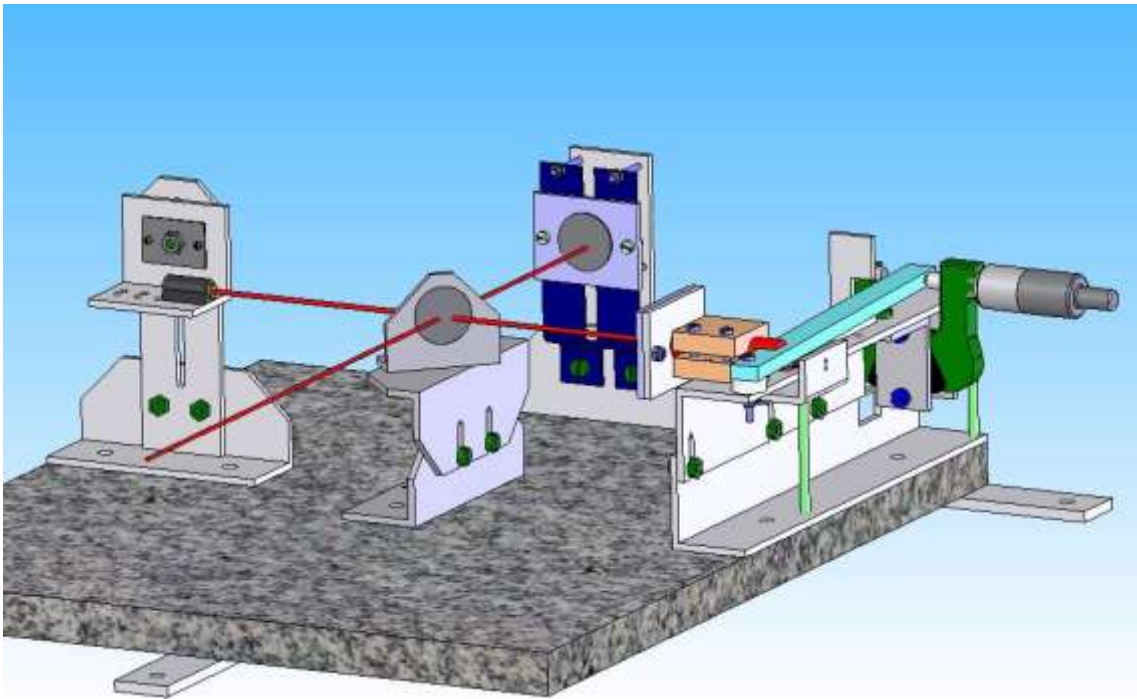


Figura 45. Segunda versão. Vista lateral direita.

Unidade: mm

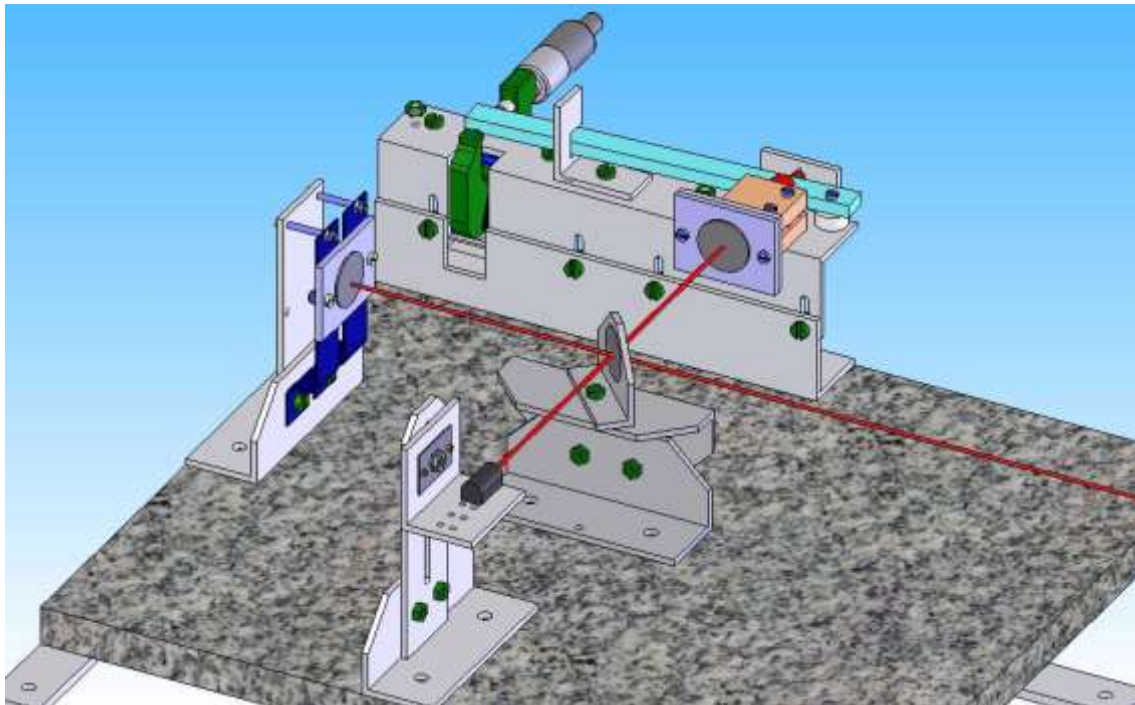


Figura 46. Segunda versão. Vista lateral esquerda.

Unidade: mm

A base deve ser um tripé feito em barra chata de aço de 25,4 x 3,125 mm com um parafuso em cada ponta a fim de permitir o nivelamento do equipamento. O interferômetro não precisa ser nivelado, mas durante uma exposição em sala de aula é conveniente poder inclinar o interferômetro para projetar a sua imagem no quadro de forma que todos os alunos vejam.

A pedra de granito ou mármore deve ser procurada em marmorarias ou lojas que trabalhem com pedras. Devido ao seu pequeno tamanho é possível um preço bem acessível, observando que não é obrigatório que seja um granito, mas até uma placa de concreto devidamente nivelado e liso também atende as necessidades do projeto.

Desenho da base de granito e tripé

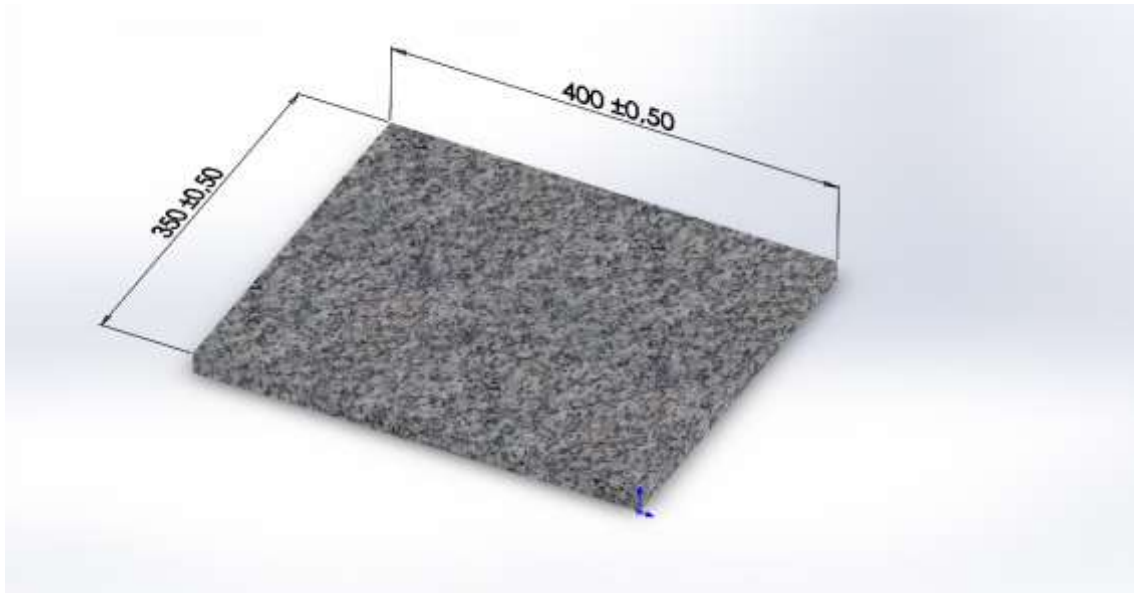


Figura 47. Base em granito

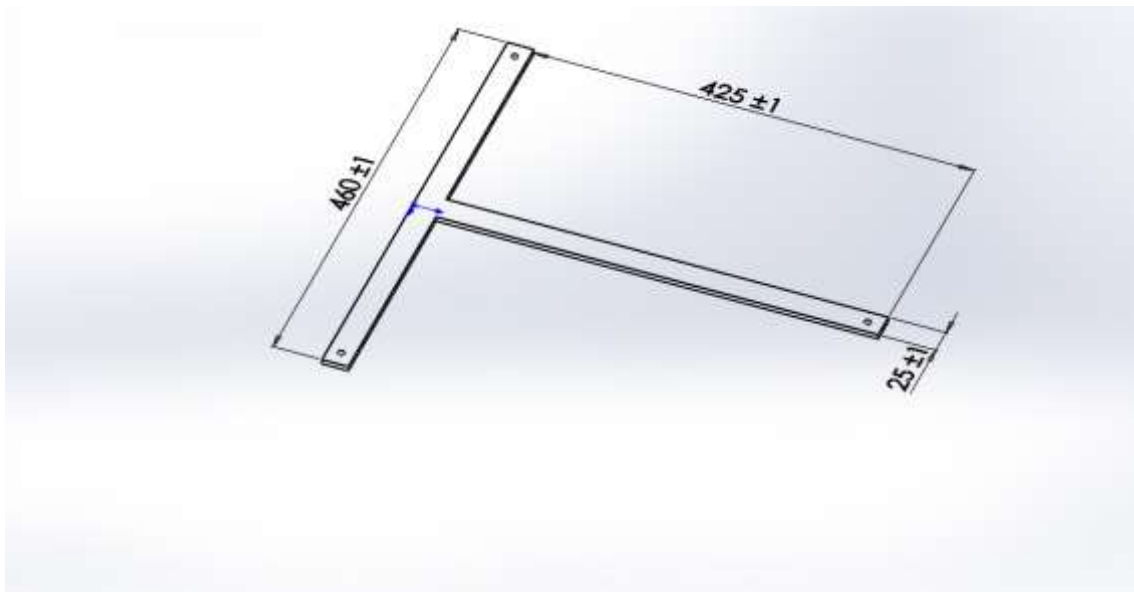


Figura 48. Apoio em aço para a base e tripé.

Unidade: mm

Para alimentar o LASER é preciso construir um pequeno circuito eletrônico, a fim de permitir controlar a potência do LASER, já que seu uso na potência máxima resulta em figuras de interferência com pouca nitidez.

Diagrama elétrico do regulador de tensão do LASER

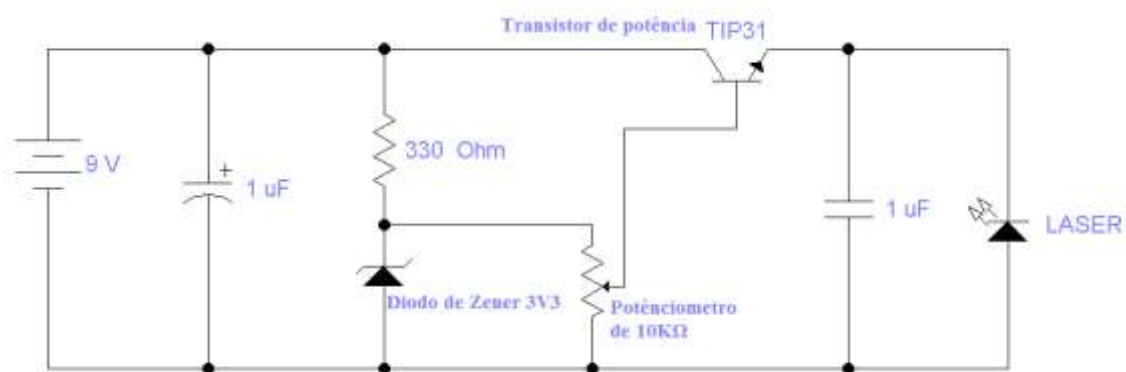


Figura 49. Diagrama elétrico do circuito regulador de tensão.

3 Produto final

Os produtos finais são apresentados na imagem a seguir. Sendo que variações dos desenhos durante a construção podem ocorrer. Assim a procura por um metalúrgico experiente garante que as adaptações podem ser realizadas sem prejudicar o projeto final.

Foto do interferômetro foto da versão final



Figura 50. Interferômetro completo. 1



Figura 51. Interferômetro completo. 2



Figura 52. Interferômetro completo. 3



Figura 53. Interferômetro completo. 4

Foto do suporte de espelho de disco de Hd

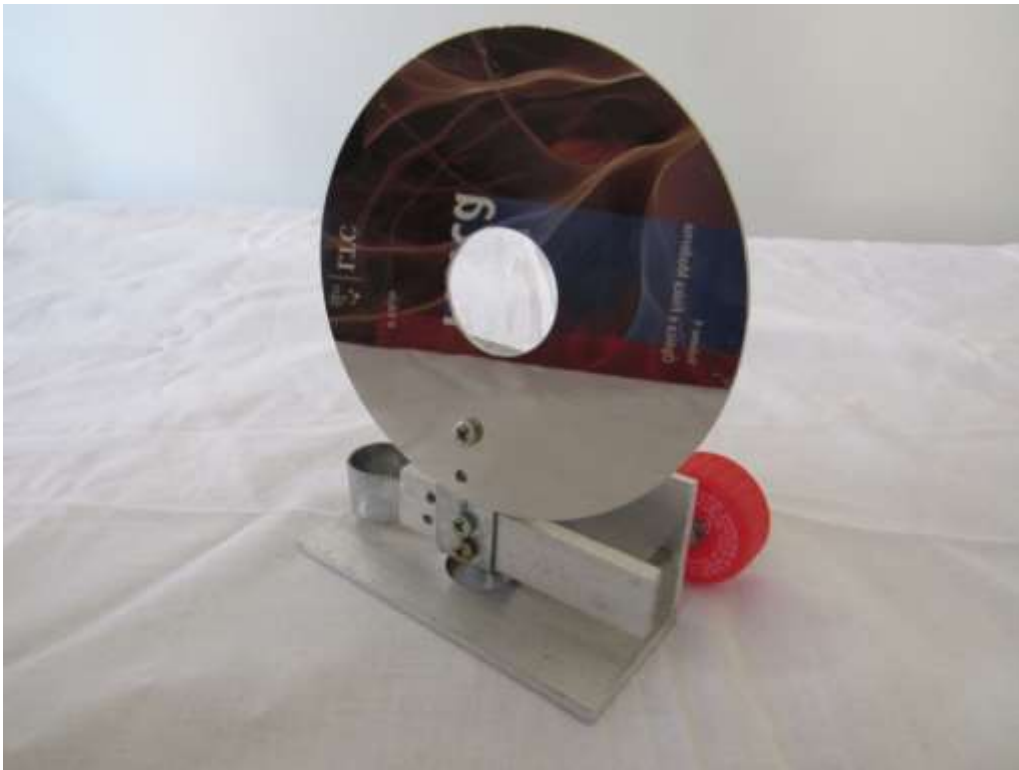


Figura 54. Suporte do espelho de Hd. Vista frontal.



Figura 55. Suporte do espelho de Hd. Vista de trás.

Foto do suporte do LASER com circuito regulador de tensão



Figura 56. Suporte do LASER com circuito regulador de tensão. Vista frontal.

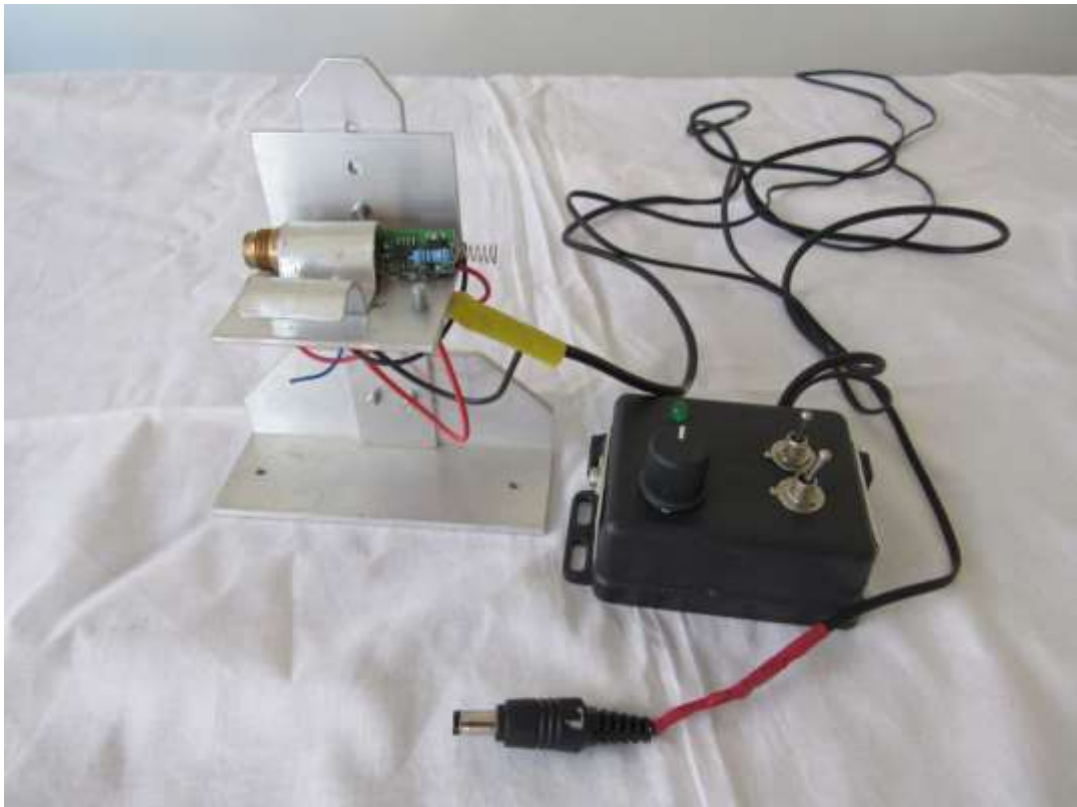


Figura 57. Suporte do LASER com circuito regulador de tensão. Vista lateral.

Foto do suporte da lâmina de microscópio



Figura 58. Suporte da lâmina de microscópio. Vista frontal.



Figura 59. Suporte da lâmina de microscópio. Vista da lateral esquerda.

Foto do suporte do espelho de fotocopiadora



Figura 60. Suporte do espelho de maquina fotocopidora. Vista frontal.



Figura 61. Suporte do espelho de maquina fotocopidora. Vista de trás.

Foto do suporte do espelho móvel com espelho de fotocopiadora

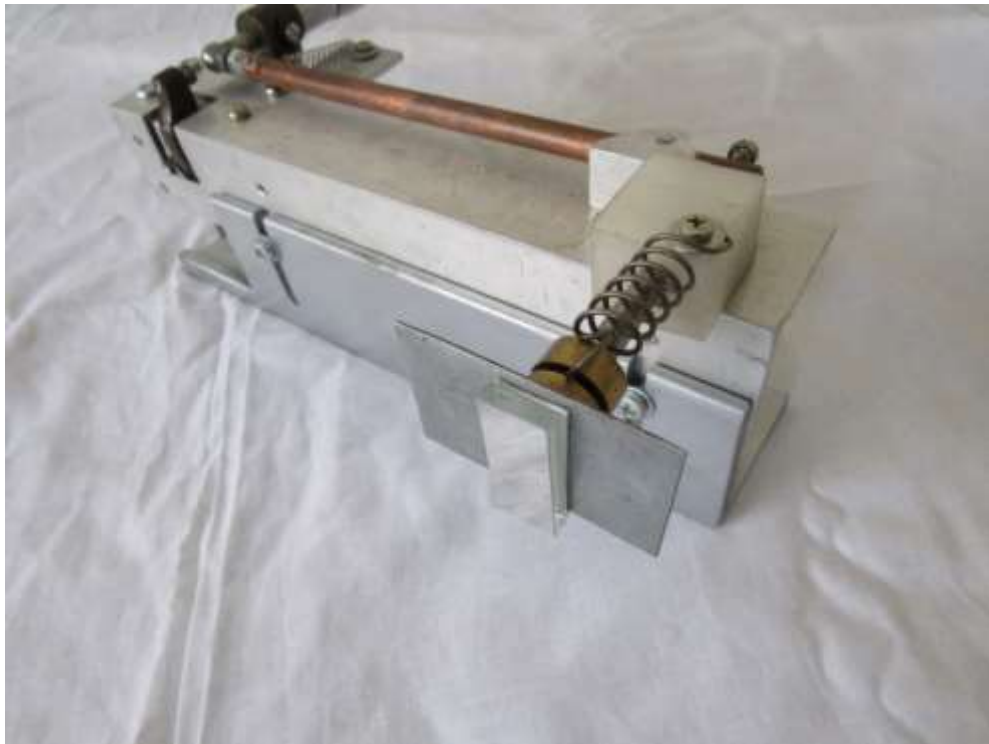


Figura 62. Suporte do espelho móvel. Vista frontal.



Figura 63. Suporte do espelho móvel. Vista superior.

Foto do suporte da lente



Figura 64. Suporte da lente. A direita lente côncava. A esquerda lente convexa.

Imagens de intereferência obtidas



Figura 65. Figura de interferência projetada no quadro. Aplicado no C.E. José de Souza Marques.

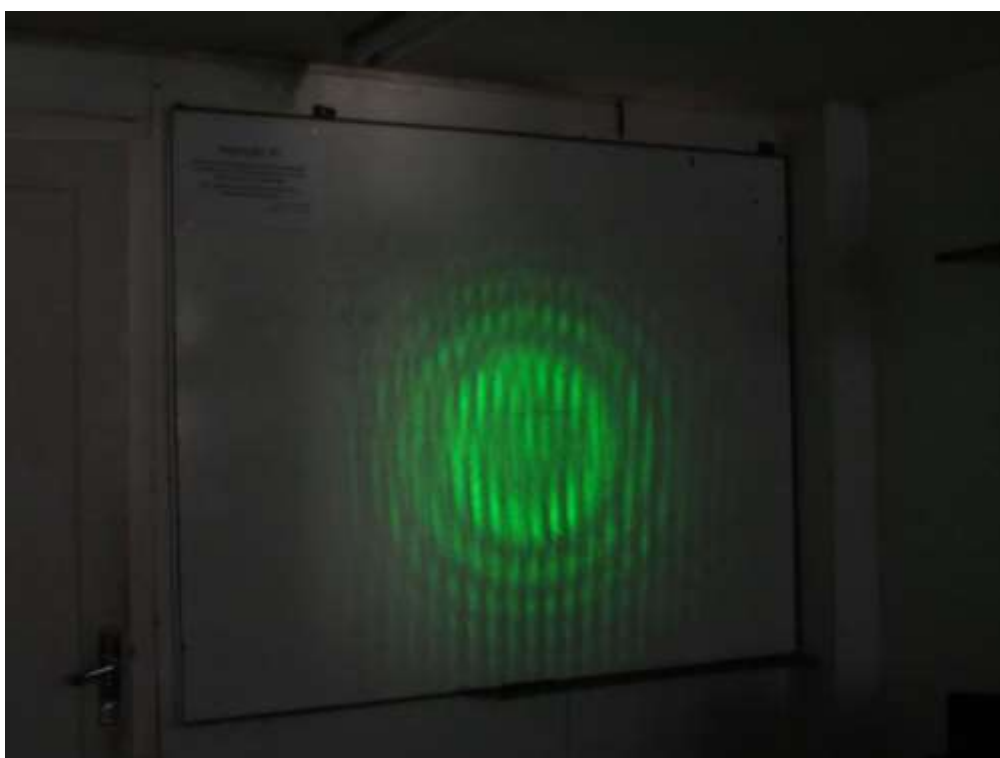


Figura 66. Figura de interferência projetada no quadro. Aplicado no curso técnico NETINFO

4 Conclusão

A aplicação prática do interferômetro em sala de aula é viável tanto no seu contexto físico e histórico como didaticamente, sendo de grande apreciação pelos alunos. Não só como uma aula prática, mas também pelo grau de sofisticação que o equipamento tem, permitindo não só olhar, mas manusear e até tirar medidas do comprimento de onda da luz, ou nas palavras de um grupo de alunos “*medimos algo quase 200 vezes menor que um fio de cabelo*”,