

Instalação do Sistema *i-Laser v3.0*

1. Introdução

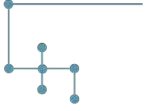
O Sistema *i-Laser* desenvolvido consiste em um sistema composto por placa controladora, laser e fonte de alimentação que permite a integração de um módulo *laser* juntamente com um *spindle* utilizando o software Mach3, permitindo a seleção entre os dois sistemas via comandos G-code, sem a necessidade de mudanças nos equipamentos/*hardware* da máquina.

Para seu correto funcionamento torna-se necessário uma placa controladora do tipo *Motion Card* (STB4100) ou similar com saída analógica de 0-10V utilizada para o controle de velocidade do *spindle* via inversor de frequência bem como ao menos duas saídas digitais (0-24V) utilizadas para ligar/desligar o *spindle/Laser* e selecionar qual dos sistemas estará ativo para a operação via Mach3. Além disso, a versão 3.0 possibilita a impressão de imagens eliminando o tempo excessivo existente entre os comandos de ligar e desligar o laser, característico do software Mach3. Para essa funcionalidade utiliza-se o sinal proveniente de um eixo adicional (saídas dos eixos Z ou A da controladora) para ligar e desligar o laser.

2. Histórico das Versões de Placas

- *Versão 3.0 – Inclusão de um eixo adicional para ligar e desligar o laser reduzindo o tempo de usinagem. Esta configuração permite a impressão de imagens no material sem demandar um tempo excessivo como em versões anteriores;*
- *Versão 2.0 – Inclusão de botão de ajuste para controle do tempo de disparo do laser visando compensar a inércia mecânica do sistema e evitar a queima excessiva no ponto de partida. Inclusão de botão que permite ligar o laser em*





baixa potência visando identificar o percurso da ferramenta antes da execução do trabalho e ponto de focagem;

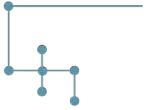
- *Versão 1.0 – Versão inicial para comutação entre o spindle e laser por meio do Mach3;*

3. Informações Importantes sobre o Sistema Laser

A operação de sistemas laser requer alguns cuidados importantes:

- Nunca opere o laser sem proteção, pois a forte intensidade do laser pode prejudicar a visão do operador. Sempre utilize óculos específicos para a operação.*
- Jamais operar o laser em superfícies reflexivas, pois o mesmo será danificado.*
- O Laser possui um sistema óptico sensível composto por lentes que devem ser mantidas limpas e livres de poeira. Tocar nas lentes pode acumular sujeira/gordura que na presença de luz de alta intensidade pode danificar o sistema ótico. Recomenda-se limpar o local de trabalho antes de instalar o módulo laser para uso.
- Impactos no módulo *laser* pode danificar as lentes ou movê-las ocasionando perda de potência útil e/ou causando ineficiência do sistema. Colocar e remover o *laser* deve ser uma tarefa realizada com cuidado.
- O módulo *laser* deve ser instalado sempre com todo o sistema desligado e o módulo deve ser ligado (por meio do botão *on-off* presente na parte superior do laser) apenas após a energização completa dos circuitos (motores, fontes, inversor, etc.) e **sempre quando o cabo USB já estiver sido conectado ao computador com o mesmo ligado.**
- Os módulos *lasers* são sensíveis a interferências presentes no chão de fábrica. Conexões longas, ambientes ruidosos, circuitos de chaveamento, partida e parada de motores são as principais fontes de interferências. A operação do equipamento



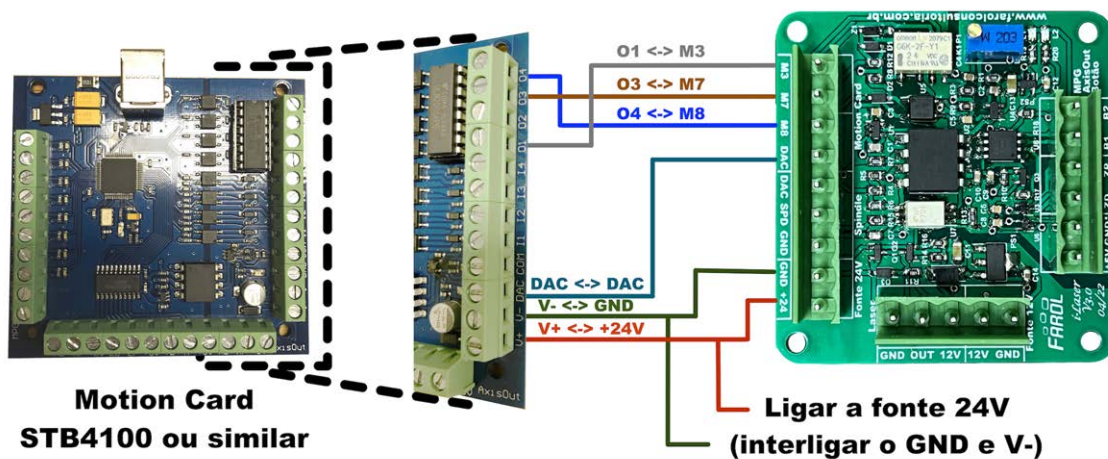


deve ser interrompida sempre que qualquer comportamento não condizente com o seu uso normal for identificado, tais como picos esporádicos/involuntários de luz, ruídos, aquecimento, etc.

4. Diagrama Elétrico de Montagem do Sistema Laser

Os diagramas das Figuras a seguir apresentam as ligações elétricas que devem ser feitas para que o sistema funcione adequadamente. As linhas tracejadas significam conexões opcionais ou alternativas a conexões propostas.

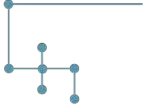
Figura 1. Interligação *Motion Card* com a placa Controladora (Entradas e Saídas)



É possível observar na Figura 1 as conexões das portas de entrada e saída da placa *motion card* com a placa *i-Laser*. A saída O1 será utilizada pela controladora para ligar e desligar o *Spindle/Laser*; a saída O3 será utilizada para a escolha entre a utilização do *Laser* ou *Spindle*; a saída O4, quando acionada, permite que o Laser seja acionado por meio de um dos eixos da controladora.

Como pode ser observado na Figura 1, uma mesma fonte de alimentação de 24V deve estar conectada entre a placa de controle *i-Laser* e a placa *Motion Card*, ou seja, ambas as placas devem estar conectadas no mesmo GND.

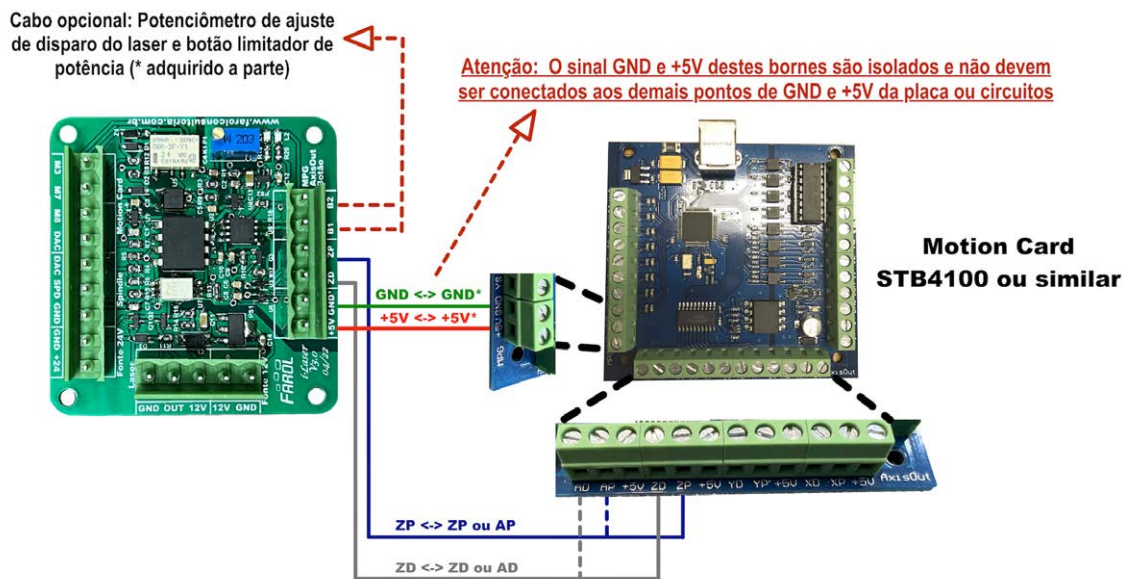




As placas *Motion Card* possuem uma conexão interna entre a saída *COM* e *V-* (ambas se referem ao GND do circuito). É possível verificar esta conexão utilizando o multímetro para medir continuidade com o sistema desligado. Caso essas saídas não estejam conectadas internamente, torna-se necessário realizar esta conexão por meio de um condutor interligando a saída *COM* com *V-* (*COM* <-> *V-*).

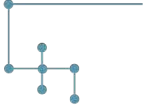
A interligação entre O3 e M7 / O4 e M8 depende da configuração do Mach3, ou seja, recomenda-se o mapeamento do comando M7 para a saída 3 (O3) e o comando M8 para a saída 4 (O4). Outras combinações também são possíveis ajustando os parâmetros e/ou conexões entre as placas.

Figura 2. Interligação *Motion Card* com a placa Controladora (Interface Digital)



A Figura 2 ilustra as conexões da interface digital entre a placa *motion card* e placa *i-Laser*, interligando os bornes ZP e ZD as saídas ZP e ZD (se preferir o acionamento de laser pelo eixo Z) ou saídas AD e AP (se preferir utilizar o quarto eixo para acionar o laser); as entradas de alimentação GND* e +5V devem ser conectadas por meio dos bornes presentes na interface MPG da placa *motion card*.





Vale ressaltar que o sinal de +5V utilizado possui o sinal GND isolado das saídas de potência, portanto, os bornes GND* e +5V não devem ser conectados a quaisquer outras partes do circuito ou placas, pois isso poderia comprometer a isolação elétrica da interface bem como danificar o circuito microprocessado! Mantenha essas duas conexões ligadas como apresentado na Figura 2! Não interligue outros GNDs/5V nestes bornes!

Para que o movimento de um dos eixos ligue e desligue o *laser*, deve-se optar pela saída A ou Z (Recomenda-se o uso da saída referente ao quarto eixo – tipicamente AP e AD. Caso o quarto eixo esteja em uso, utilize as saídas ZP e ZD referente ao eixo Z, interligando em paralelo a conexão com o driver dos motores). Jamais interligue as duas saídas AP e ZP ou AD e ZP simultaneamente. Deve-se optar por um dos eixos e não interligar ambos simultaneamente, podendo danificar a placa caso isso ocorra;

O cabo opcional não precisa necessariamente ser instalado, porém, caso o botão esteja presente permitirá limitar a potência máxima do *laser* em torno de 2%, possibilitando acompanhar o percurso do *laser* sob a superfície sem necessariamente executar o trabalho. Também por meio do cabo, torna-se possível ajustar pelo potenciômetro o tempo de disparo do *laser*, possibilitando compensar a inércia do sistema mecânico e evitar que no ponto de partida do movimento a queima do *laser* se torne muito severa.



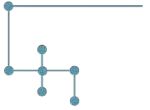
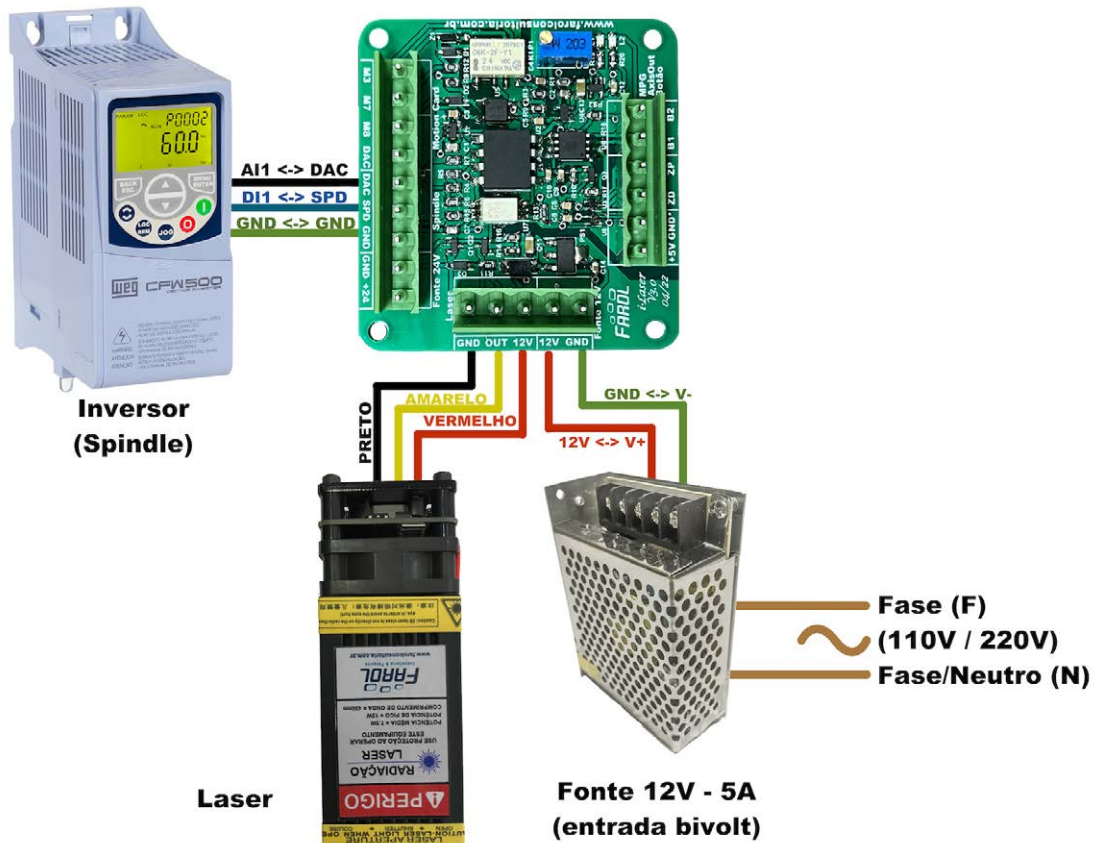


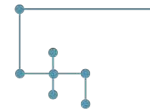
Figura 3. Interligação entre o inversor de frequência, fonte de 12V, *laser* e placa *i-Laser*



Na Figura 3, observa-se a conexão com o inversor de frequência que controlará o *spindle*. O inversor de frequência deve estar devidamente configurado para operar com controle de velocidade por meio de uma tensão CC de 0-10V em sua entrada analógica AI1 e o acionamento do motor (*liga-desliga*) na entrada DI1. Se outra configuração for ajustada, deve-se modificar as conexões conforme desejado, lembrando que sempre deve haver uma entrada analógica de 0-10V no controle de velocidade e uma entrada digital (0-24V) para ligar/desligar o *spindle*.

O módulo *laser* deve estar interligado com o sistema por meio de 3 condutores. Recomenda-se o uso de um cabo PP (3 x 0,75mm ou 3 x 0,5mm) para ligar o laser a placa

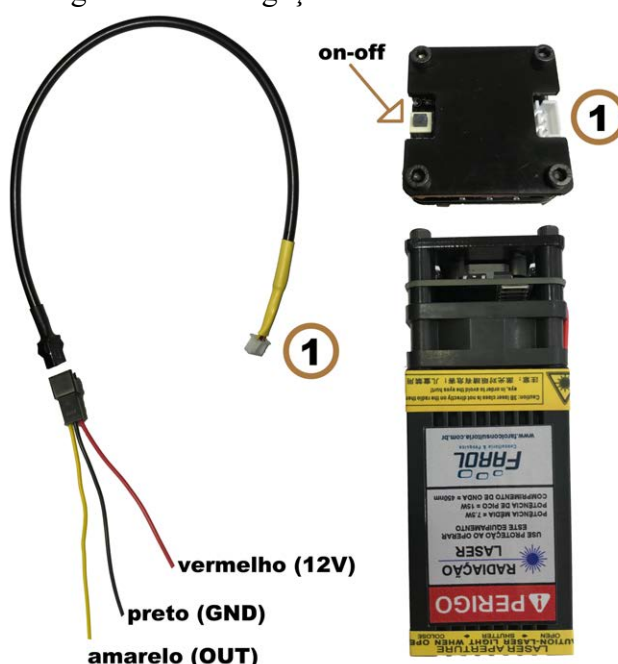




controladora. Por definição, o condutor de cor amarela refere-se a saída (OUT), de cor preta ao terra do circuito (GND) e de cor vermelha a alimentação (+12V).

A Figura 4 ilustra a conexão da parte traseira do módulo Laser, os adaptadores e as cores dos condutores com as respectivas conexões com a placa *i-Laser*.

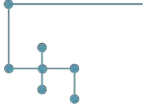
Figura 4 – Interligação do Módulo Laser.



O conector identificado pelo número “1” deve ser conectado na parte traseira do *laser*. Recomenda-se o uso de cola quente junto ao conector “1” para fixar a conexão do cabo e instalação definitiva do terminal. A cola evitará a movimentação do conector e manterá o conector bem fixo.

O botão *on-off* na parte traseira do *laser* (Figura 4) permite que o módulo *laser* seja liga ou desligado manualmente. Recomenda-se que na instalação/remoção do módulo *laser* o mesmo esteja desligado (botão não pressionado). O módulo *laser* deve ser ligado manualmente após a energização completa dos circuitos para evitar que transitórios elétricos possam danificar o equipamento. **Isso inclui também a energização**





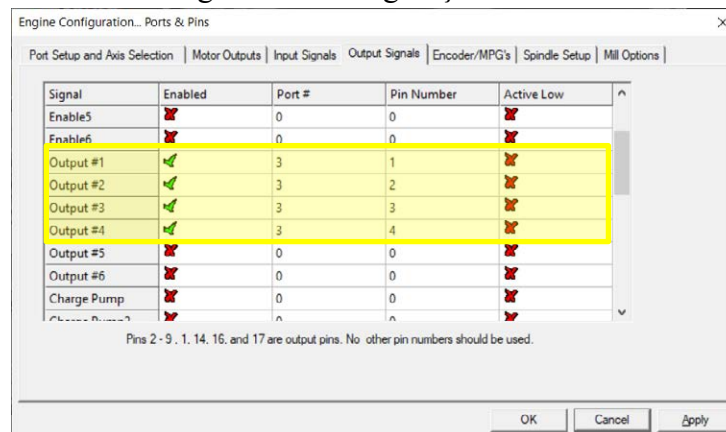
por meio da conexão USB entre computador e a placa *motion card*, assim, antes de ligar o laser certifique-se que o computador esteja ligado e o cabo USB devidamente conectado entre os dispositivos.

5. Ajustes no software Mach3 para operação com o Laser.

Para que o sistema funcione corretamente, torna-se necessário ajusta o software Mach3 visando adequá-lo a utilização com o *laser*. Recomenda-se a criação de um arquivo de configuração (*profile*) a ser utilizado na inicialização do programa.

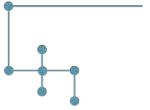
No menu configurações do Mach3, “*ports & pins*”, verificar se as saídas digitais estão ativas (Figura 5). Note que *Output 1, 2, 3 e 4* estão habilitadas.

Figura 5 – Configuração Portas e Pinos



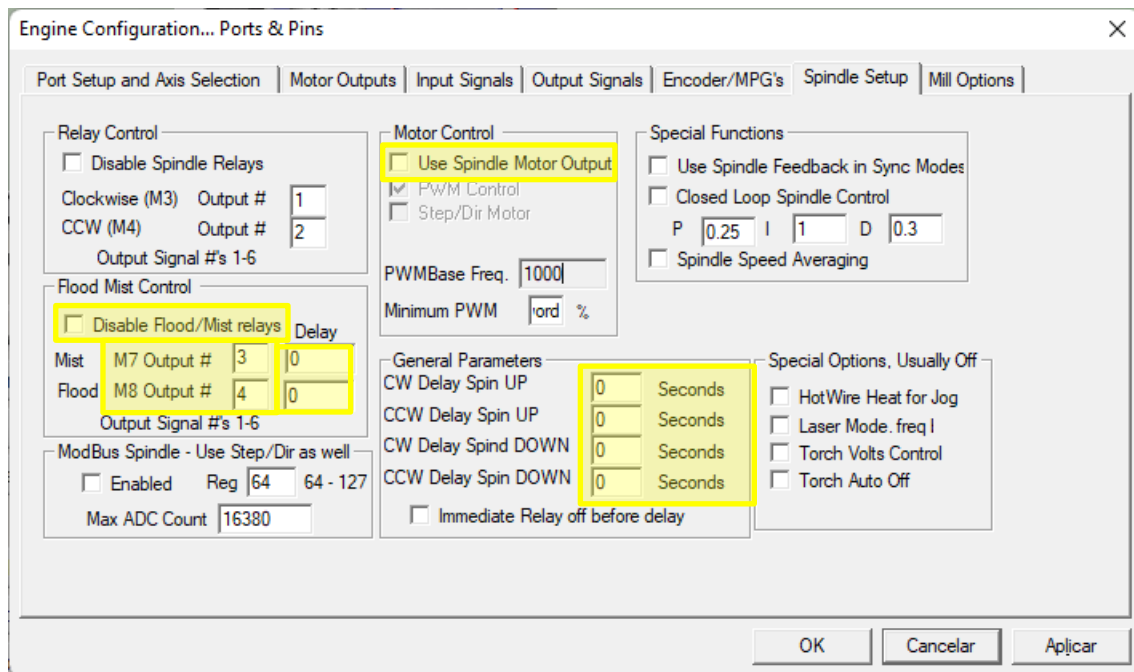
No menu “*Engine Configuration*”, *ports & pins*, na aba *Spindle Setup*, verificar se a Caixa de seleção *Disable Flood / Mist Relays* está desmarcada (Figura 6). Note que *M7 Output* está mapeada na saída 3 (O3), portanto, o comando M7 acionará a saída O3, quando executado. Note também que *M8 Output* está mapeado na saída 4 (O4), portanto, o comando M8 acionará a saída O4 quando executado. Neste caso, a comutação entre o *Spindle* e *Laser* ocorrerá pela saída O3 da placa *Motion Card*, a qual deve estar conectada com placa controladora *i-Laser* na entrada M7. Para que o *Laser* possa ser acionado ou desligado por um eixo da máquina (A ou Z) utiliza-se o comando M8, portanto, a saída





O4 da placa *motion card* deve estar conectada a entrada M8 da placa *i-Laser*. É possível observar que outras configurações são possíveis como a inversão das portas no Mach3 ou mesmo desabilitar certas funcionalidades.

Figura 6 - Menu “*Engine Configuration*”, *ports & pins*, na aba *Spindle Setup*.



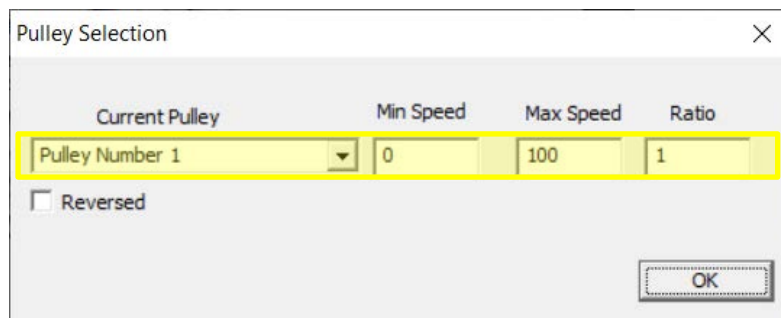
Diferentemente do *spindle*, o sistema *laser* não pode sofrer atrasos pelo programa, portanto, deve-se preencher com “0” os campos “*Delay*”, “*CW Delay*” e “*CCW Delay*”. Desta forma, a execução dos comandos será imediata, acelerando o processo de acionamento do *laser*. Recomenda-se também desmarcar a opção “*Use Spindle Motor Output*” para que o acionamento seja feito exclusivamente pela saída DAC da placa *motion card*.





No menu configuração, “*Pulley Selection*” deve-se selecionar a escala para acionamento da potência do Laser. A Figura 7 ilustra os campos a serem ajustados.

Figura 7 – Menu *Pulley Selection*



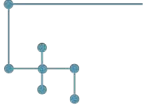
É possível observar na Figura 7 que a potência do laser vai variar entre 0% a 100%, portanto, qualquer valor entre este intervalo será permitido.

A Tabela 1 ilustra todas as possibilidades de configuração do sistema por meio da placa *i-Laser*, baseado nas conexões e configurações apresentadas.

Tabela 1 – Comandos Mach3 e Funcionalidades Implementadas

Comandos (Mach3)	Funcionalidades	Observações
M3SXXX	Liga <i>laser</i> ou <i>spindle</i> na potência XXX	Modo convencional para acionar o <i>spindle/laser</i> (XXX pode variar de 0 a 100% conforme <i>setup</i> sugerido)
M5	Desliga <i>laser</i> ou <i>spindle</i>	Modo convencional para desligar o <i>spindle/laser</i>
M7	Comutação de <i>spindle</i> para <i>Laser</i>	Quando executado, o <i>laser</i> passa a operar e o <i>spindle</i> é desconectado
M8	Comutação liga e desliga <i>laser</i> pelo movimento do eixo da máquina	Quando executado, movimento positivo ou negativo no eixo Z ou A liga e desliga o <i>laser</i> . Obrigatório que o comando M7 tenha sido executado para que o modo <i>laser</i> esteja ativo e o





		comando M3SXXX esteja com a potência previamente ajustada.
M9	Cancela comandos M7 e M8, retornando ao modo convencional (<i>spindle</i>)	Retorna ao modo <i>spindle</i> desfazendo os comandos M7 e M8 caso tenham sido executados previamente. Se realizado antes do comando M5, o <i>spindle</i> pode comutar ligado. Recomenda-se M5 antes de M9.

O uso do comando M3 S50, por exemplo, acionará o *laser* com potência igual a 50% desde que o comando M7 tenha sido dado anteriormente para que o Laser esteja selecionado. O comando M9 desliga o laser e o sistema passará a operar com o *spindle* novamente. Para acionar o *laser* pelo eixo de movimento da máquina mapeado (A ou Z) deve-se executar primeiramente um deslocamento positivo neste eixo, garantindo assim que o *laser* iniciará desligado. Posteriormente deve-se acionar o modo laser pelo comando M7, o comando M8 e o comando M3Sxxx com a potência desejada. A partir deste ponto, o deslocamento negativo no eixo mapeado acionará instantaneamente o *laser* na potência selecionada e um movimento positivo desligará o *laser*. Essa funcionalidade garante uma performance superior aos comandos Sxx (acionar) e S0 (desligar), por exemplo, pois o Mach3 apresenta um atraso significativo toda vez que a potência é alterada por meio destes comandos, algo que não ocorre quando se movimenta um eixo da máquina.

6. Cabo Opcional de Ajuste de Disparo do Laser e Limitação de Potência

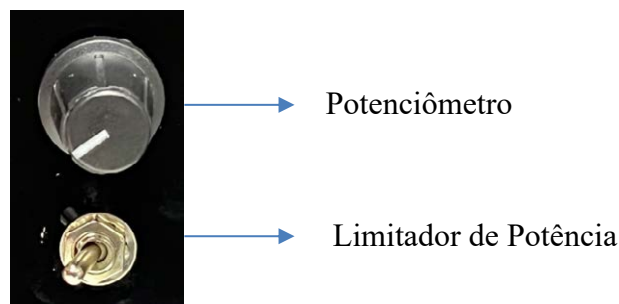
Um cabo opcional pode ser adquirido para ser instalado nos bornes B1 e B2 da placa i-Laser v3.0. A presença do cabo possibilita alguns ajustes adicionais que podem contribuir com a qualidade dos trabalhos a serem realizados pelo sistema *laser*. A Figura 8 ilustra o potenciômetro e o botão que compõe o cabo opcional.





Originalmente o software Mach3 possui algumas restrições para uso com sistemas *laser* que podem ser contornadas pela realização de alguns ajustes. A principal restrição se refere ao momento de acionamento e desligamento do laser que costuma variar em função das configurações do sistema, inércia da máquina e tempo de resposta da placa de controle.

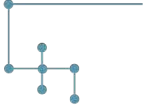
Figura 8 – Cabo Opcional – botão limitador de potência e potenciômetro para ajustes do tempo de disparo do *laser*.



O cabo possui dois ajustes que contribuem para melhorar o desempenho do sistema. O primeiro dele trata-se de um potenciômetro cuja finalidade é atrasar o ponto do disparo do *laser*, possibilitando que um tempo inicial seja aguardado antes que o *laser* seja acionado. Esta rede de atraso pode variar de alguns milissegundos até pouco mais de 1 segundo podendo abranger uma variada gama de aplicações e máquinas. Ao girar o potenciômetro para a direita é possível configurar este tempo e, assim, evitar que o *laser* permaneça ligado antes do movimento dos eixos. Este ajuste é somente válido quando o método de acionamento ocorre após o comando M7 por meio dos comandos M3/M5, estando o comando M8 desativado. No modo de acionamento pelo eixo da máquina (comando M8) não há qualquer temporização e recomenda-se manter o potenciômetro na condição desligado (totalmente para a esquerda).

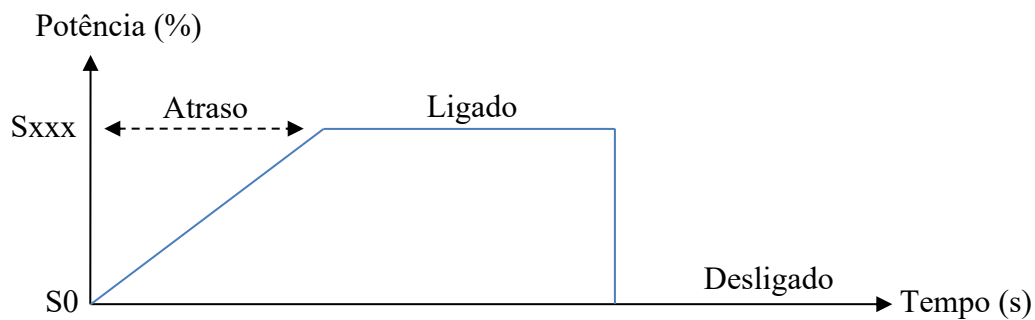
A Figura 9 ilustra a rampa de atraso provocada pelos ajustes no potenciômetro. É possível notar que a potência é incrementada seguindo uma reta até alcançar o valor xxx





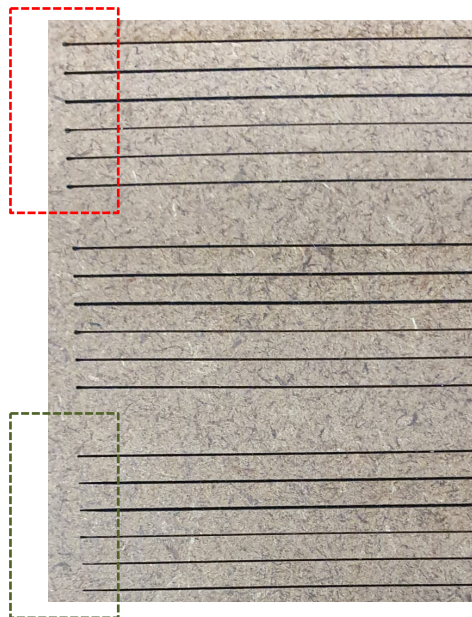
definido por S_{xxx} , onde xxx representa o valor da potência (0-100). Por outro lado, o desligamento do *laser* não sofre qualquer temporização sendo executado no instante que o comando M5 é executado.

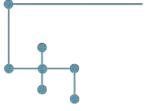
Figura 9 – Curva de resposta para ajustes no potenciômetro



A Figura 10 ilustra a gravação de uma linha com o sistema *laser* e diversos ajustes realizados no potenciômetro.

Figura 10 – Efeitos de ajustes no potenciômetro na gravação de madeira



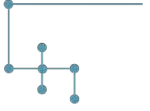


Na Figura 10 há três grupos de 6 linhas cada. Cada grupo representa um ajuste no potenciômetro com atrasos variando entre alguns milissegundos e cerca de 300 milissegundos. Cada linha de cada grupo é gerada variando percentualmente a potência do laser: linha 1 – 50%, linha 2 – 60%, linha 3 – 70%, linha 4 – 20%, linha 5 – 30 %, linha 6 – 40%. Foram mantidos todos os demais parâmetros. É possível observar com clareza que ao aumentarmos o atraso do *laser*, o ponto de partida apresenta menor queima quando comparado a tempos menores. O retângulo vermelho e verde da Figura 10 ilustra bem essas diferenças. Com isso é possível obter ajustes que melhoraram o acabamento das gravações.

Por outro lado, o segundo ajuste possível é realizado pelo botão ilustrado na Figura 8, que quando acionado, possibilita que a potência do *laser* fique limitada a 2% da potência máxima, permitindo que o trabalho seja realizado pelo Mach3 sem que o material seja marcado/danificado. Isso torna-se necessário quando se deseja verificar o movimento do *laser* ao longo da peça ou pretende-se identificar o ponto de origem onde será iniciado o processo. Um ajuste fino do foco do *laser* também pode ser realizado com este botão acionado.

IMPORTANTE: Ambos os ajustes mencionados acima somente serão realizados quando o *laser* se encontra na condição desligado (comandos M5, M3S0 ou S0) e o comando M7 acionado. Se o *laser* estiver com potência superior a 0% durante o acionamento do botão, o botão de limitação não terá efeito até que o *laser* seja desligado e retorne a condição de potência 0%. Por outro lado, a partir do instante que o botão esteja acionado e limitando a potência do laser em 2%, qualquer novo valor superior a 2% que for atribuído a potência do *laser* por meio dos comandos M3Sxxx ou Sxxx será desconsiderado até que o botão de limitação esteja desligado novamente. Isso ocorre também para o caso do potenciômetro, ou seja, valores de atraso somente serão atualizados internamente quando a potência do *laser* retornar a 0%.





7. Adequações do G-code para Execução no Mach3

a. Usando o Laser com o comando M7 acionado e M8 desativado (modo convencional)

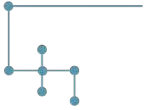
Qualquer *g-code* gerado para o Mach3 continuará funcionando com o *spindle* por meio do inversor de frequências. A seleção entre o *spindle* e o *laser* é feita pelo comando M7 (dependendo da configuração realizada e das conexões entre a placa *i-Laser* e a placa *Motion Card*).

Na prática, utiliza-se o comando M7 para mudar para o modo *laser* e comando M9 para retornar ao controle do *spindle*. É importante ressaltar novamente que para operar o Laser, as configurações no Mach3 devem ter sido ajustadas bem como para operar com o *spindle* as configurações do Mach3 devem retornar as condições originais, portanto, é recomendado criar dois arquivos de configuração: um para o uso com *spindle* e outro para uso com o *laser*, sem a necessidade de mudar todos os parâmetros toda vez que escolher entre os sistemas.

Para operar o *laser* recomenda-se eliminar todos os comandos que movimentem o “eixo z” para evitar colisões entre o *laser* e a superfície de trabalho. O formato do programa será:

```
M7 (entra no modo laser)
M5
M3S0
<<mover para posição inicial>>
Sxx (aqui liga-se o laser na potência desejada, por exemplo, se xx=60, S60 acionará o laser em
60%)
<<executar o percurso com o laser ligado>>
S0 (desliga o laser)
<<mover para o início do próximo percurso – laser desligado>>
.....
.....
.....
M5
M9 (opcional – volta para o modo spindle)
```





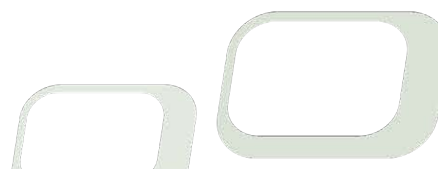
Para avaliar o percurso a ser percorrido pode-se usar o botão (Figura 8) conectado a placa *i-Laser*. Esse botão é opcional e pode ou não ser montado, porém, quando acionado, limita a potência do *laser* em 2%, mesmo que algum comando *Sxx* seja efetivado. É importante ressaltar que este é um botão que limita a potência do *laser* e não provoca o acionamento do *laser* quando pressionado, portanto, torna-se necessário a execução do comando *Sxx*, sendo *xx* maior que 1 e assim seja possível ver um ponto de *laser* na superfície de trabalho, sem a necessidade de óculos de proteção (potência de pico máxima limitada a 0,35W para um módulo de 15W). O mesmo efeito seria provocado sem o uso do botão e executando o comando S3, por exemplo.

O botão, quando acionado, limita a fonte de potência para valores muito baixos para garantir a segurança do operador. Como o laser é composto por um diodo semicondutor, pode ocorrer uma ligeira cintilação (sensação de acender e apagar o laser) do ponto de luz na superfície de trabalho haja vista que o ponto de operação deste componente neste nível de potência é muito próximo da condição “desligado”. Caso isso ocorra pode-se ter dificuldade de visualizar o ponto do laser na superfície de trabalho e assim, recomenda-se o uso do comando S3 ou S4 para produzir uma melhor visualização do ponto, porém, com o cuidado necessário para não expor os olhos a uma condição de risco. Nesta situação de ajuste de potência manual, o botão deve estar desligado.

O melhor resultado com o *laser* depende da escolha correta da potência, velocidade de avanço na superfície e foco. Materiais escuros absorvem mais luz e precisam de menor potência quando comparado a materiais mais claros/reflexivos.

Uma forma de concentrar a potência do laser em materiais com baixa absorção é aplicar sobre a superfície uma tinta escura que possa ser removida após o trabalho com o laser. Testes são necessários para encontrar o ponto de equilíbrio entre potência, velocidade e foco.

O exemplo abaixo apresenta a conversão de um g-code gerado pelo Artcam para uso na fresa laser. Note que quando o eixo z desce para que o *spindle* toque a peça de trabalho (comando G1 Z0.000 F60), muda-se esse comando para S35 (liga o laser) e





quando o eixo z sobe para retirar o *spindle* da peça de trabalho (comando G0 Z10.000), desliga-se o laser (comando S0). Observe também que os movimentos em z são removidos após a conversão.

```
%
G90
G49
M3 S100
G0 X11.030 Y15.518 Z10.000
G1 Z0.000 F60
G1 X11.138 Y15.443 F1200
X11.247 Y15.371
X11.359 Y15.302
X11.472 Y15.236
X11.587 Y15.173
X11.703 Y15.113
X11.821 Y15.055 |
G0 Z10.000
G0 X11.141 Y15.671
G1 Z0.000 F60
G1 X11.039 Y15.747 F1200
X10.938 Y15.826
X10.840 Y15.908
X10.743 Y15.992
X10.649 Y16.079
X10.557 Y16.168
X10.463 Y16.264
X10.371 Y16.363
X10.282 Y16.464
```



```
%
G90
G49
M7
M3 S0
G0 X11.030 Y15.518|
S35
G1 X11.138 Y15.443 F1200
X11.247 Y15.371
X11.359 Y15.302
X11.472 Y15.236
X11.587 Y15.173
X11.703 Y15.113
X11.821 Y15.055
S0
G0 X11.141 Y15.671
S35
G1 X11.039 Y15.747 F1200
X10.938 Y15.826
X10.840 Y15.908
X10.743 Y15.992
X10.649 Y16.079
X10.557 Y16.168
X10.463 Y16.264
X10.371 Y16.363
```

b. Usando o Laser com o comando M7 acionado e M8 acionado (modo acionamento por eixo)

Outro modo que pode ser utilizado consiste no acionamento do *laser* por um eixo da máquina. Esse modo é especialmente útil quando se deseja gravar imagens no material ou necessita-se trabalhar no formato de *pixels*, ou seja, o *laser* será ligado e desligado inúmeras vezes tornando-se impraticável a utilização do método convencional, haja vista que o Mach3 leva tempo demasiado para ligar e desligar o *laser* pelos comandos M3Sxx, Sxx e M5. De maneira geral, recomenda-se o método convencional para recortes ou marcações vetorizadas enquanto o modo de acionamento por eixo é recomendando quando se deseja trabalhar com *pixels*/pontos.

Para operar o *laser* utilizando este método, recomenda-se eliminar todos os comandos que movimentem o “eixo z” para evitar colisões entre o *laser* e a superfície





de trabalho. O eixo Z ou eixo A configurado previamente será usado exclusivamente para ligar e desligar o laser durante o processo. Admitindo-se que as coordenadas X, Y, Z / A são 0.000 e considerando que o laser será acionado e desligado por Z, tem-se:

```
M7 (entra no modo laser)
M8 (entra no modo acionamento por Z)
M5
G0 Z0.0065 (incrementa o eixo Z somente para desligar o laser)
M3S50 (seleciona a potência que será utilizada durante todo o processo - neste caso 50%)
<<mover para posição inicial coordenadas X e Y>>
G0 Z0.000 (decrementa o eixo Z para ligar o laser – a potência será a mesma usada
anteriormente 50%, o tempo de acionamento será o mínimo possível)
<<executar o percurso com o laser ligado>>
G0 Z0.0065 (desliga o laser)
<<mover para o início do próximo percurso – laser desligado>>
.....
.....
.....
G0 Z0.0065 (garante que o laser está desligado incrementando o eixo Z positivamente)
M5 (potência será 0%)
M9 (opcional – volta para o modo spindle, deligando M8 e M7 automaticamente)
```

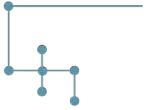
É importante ressaltar que o movimento positivo do eixo Z no exemplo acima desliga o *laser* e o movimento negativo do eixo Z liga o *laser*. Pode-se notar que não há necessidade de mover o eixo alguns milímetros para que sistema funcione, portanto, neste exemplo não será possível notar qualquer movimentação no eixo considerando que os incrementos utilizados foram de 0.0065mm.

Para se obter um bom valor de incremento do eixo recomenda-se utilizar algumas informações da configuração do Mach3. A Figura 11 ilustra a janela do Mach3 denominada “*Motor Tuning and Setup*” no menu “*Config*”. Selecionando o botão “*Z Axis*” é possível obter o parâmetro “*Steps per*”, o qual no exemplo da Figura 11 possui valor igual a 640. Um bom parâmetro de movimento do eixo para acionar e desligar o *laser* consiste em usar um passo em milímetros igual a $n/640$, onde $2 \leq n \leq 16$.

No nosso exemplo, n considerado foi igual a 4, ou seja, passo = $4/640 = 0.00625$ mm. Assim, para ligar o *laser* usamos $Z=0.000$ e para desligar $Z=0.00625$ mm.

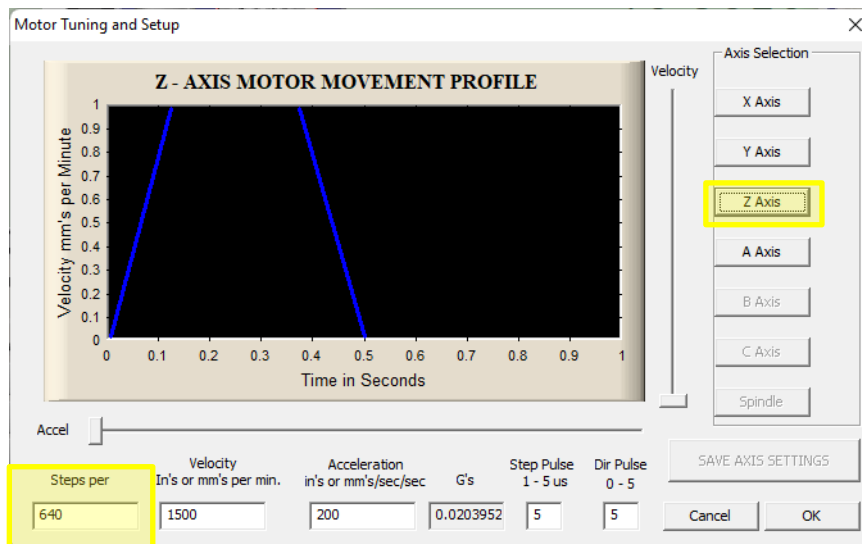
Vale ressaltar que quanto menor o valor de n , menor será o passo, porém, haverá um maior risco do sistema falhar (não ligar ou não desligar o *laser*), pois a persistência





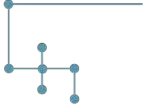
do sinal a ser avaliada placa *i-Laser* será muito pequena, assim, mais susceptível a interferências. Por outro lado, $n=16$ ou maior proporcionará um número maior de pulsos para a placa, porém, demandará mais tempo para a execução do comando de movimento e poderá aquecer o motor de passo, se o mesmo estiver instalado neste eixo. Por isso, a melhor opção sempre será o uso de um eixo exclusivo para ligar e desligar o *laser*, apesar do uso de um eixo compartilhado com driver e motor de passo apresentar excelente resultados também.

Figura 11 – Menu “Motor Tuning and Setup” do Mach3



O exemplo a seguir ilustra um programa utilizando o eixo Z para ligar e desligar o *laser*. O eixo Z pode ser substituído por A se as conexões físicas do hardware foram realizadas desta forma.





```

;considerando que os eixos estão todos na origem x=0, y=0, z=0 e o foco do
laser está em z=0
G17
G21
G90
G0 Z20.000
M7 ;modo laser (comuta de spindle para laser)
M8 ;modo de acionamento por eixo Z
G0 X0 Y0 F600 ;posiciona no inicio do trajeto
G0 Z0.000 ;desce ate Z=0.000
Z0.00625 ;desliga laser - força eixo a subir um passo de 0.00625mm
M3 S20 ;ajusta a potencia do laser
G0 X5.5 Y0
Z0.000 ;liga o laser
G1 X5.667 F600
Z0.00625 ;desliga o laser
G0 X8.5 Y0
Z0.000 ;liga o laser
G1 X8.667
Z0.00625 ;desliga o laser
G0 X9.333 Y0
Z0.000 ;liga o laser
G1 X9.5
Z0.00625 ;desliga o laser
G0 X10.833 Y0
Z0.000 ;liga o laser
G1 X11
Z0.00625 ;desliga o laser
G0 X13.833 Y0
Z0.000 ;liga o laser
G1 X14
Z0.00625 ;desliga o laser
G0 X16 Y0
Z0.000 ;liga o laser
G1 X16.167
Z0.00625 ;desliga o laser
M5 ;desliga fazendo potência=0;
G0 Z20.000
G0 X0.000 Y0.000 ;move para a origem
M9 ;desaciona M7 e M8 (volta para modo spindle)
M2

```

A Figura 12 ilustra uma imagem gravada em MDF branco utilizando este modo de configuração e o Mach3. Para a obtenção de uma boa imagem torna-se necessário avaliar a potência a ser utilizada, velocidade de movimento dos eixos e obter um bom ajuste de foco. Deve ser considerado um bom software para converter a imagem e um trabalho extra na conversão do *g-code* para adequar a imagem ao método de acionamento.



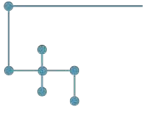


Figura 12 – Gravação de foto pelo Mach3 usando acionamento por eixo (método *pixel*)



8. Ajuste do Foco do Laser na Superfície de Trabalho

A concentração da luz *laser* na superfície de trabalho é o fator fundamental para que o resultado saia a contento.

Lasers com diodos semicondutores de maior potência possuem foco fixo, pois um arranjo óptico para ajustar o foco atenua a intensidade da luz. Neste contexto, o *laser* precisa ser posicionado sob a superfície em uma distância pré-determinada.

Neste sentido, visando facilitar o trabalho, o laser acompanha um distanciador com a medida padrão entre a superfície de trabalho e o *laser*, possibilitando encontrar o foco mais rapidamente. O distanciador deve ser corretamente posicionado conforme a Figura 12 e mover o eixo z até que essa distância seja alcançada. Esse movimento deve ser feito com cuidado para não danificar o *laser*.

Apesar do distanciador oferecer uma medida padrão entre o *laser* e a superfície de trabalho, recomenda-se que após ajustar o z manualmente (por meio das teclas *page up* e *page down* do teclado com a tecla *control* apertada no Mach3), pequenos passos sejam dados de forma a avançar o eixo z entre -1,0mm e +1,0mm a partir do foco manual, de forma a testar pequenas variações e ter a certeza de que o foco encontrado é o ideal (sugere-se passos de 0.2mm ou 0.3mm). Vale ressaltar também, que após encontrado o foco do *laser*, variações de até 0.5mm no eixo z não impactam significativamente na qualidade do trabalho.



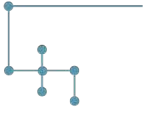
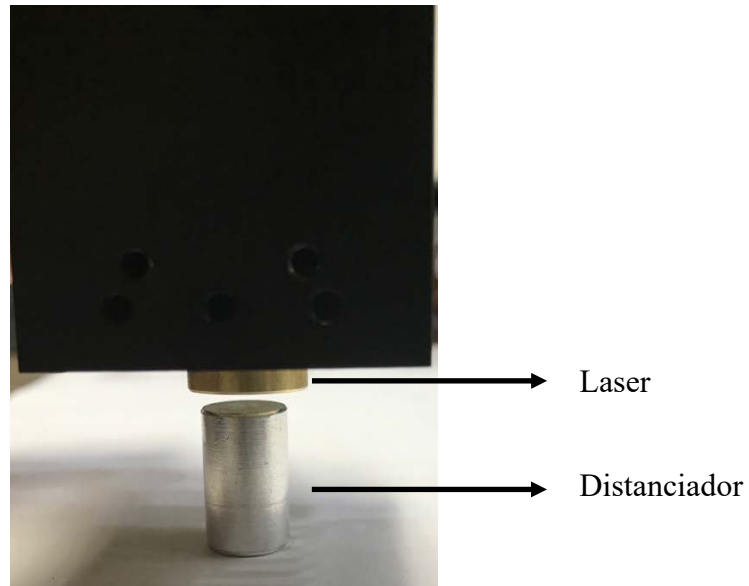


Figura 12 – Distanciador para ajuste do foco do *laser*



FAROL Pesquisa, Desenvolvimento e Consultoria
Ver. Joaquim da Silva Martha 19-48, Sl 6
Vila Nova Cidade Universitária
ZIP: 17012-225 - Bauru - SP - Brazil
<http://www.farolconsultoria.com.br>
Tel: +55-14-3231-2233 / Cel: +55-14-99701-2049



Tel (14) 3231-2233
Cel (14) 99701-2049
Joaquim da Silva Martha 19-48
CEP 17012-225 - Bauru - SP
www.farolconsultoria.com.br