

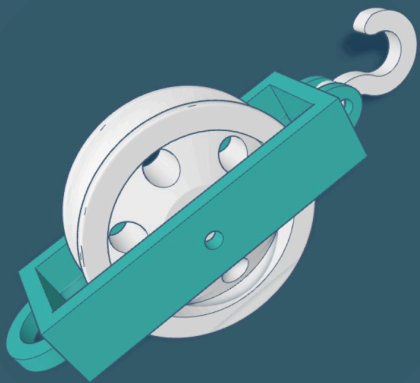
**GUIA PARA
INICIAR NA**

IMPRESSÃO 3D

Produção de materiais para
Atividades Experimentais em Física

por Reginaldo de Abreu

2025



Neste guia você encontrará as informações essenciais para seu ingresso no universo da Impressão 3D. Embora essa tecnologia só tenha se difundido recentemente, suas técnicas e processos já são aplicadas na indústria há algumas décadas. Nos últimos anos, os equipamentos e insumos se popularizaram, ficaram menores e mais acessíveis. Objetos impressos já são usados na Odontologia, Medicina, Arquitetura e Engenharia. No entanto, pouco se fala sobre suas aplicações educacionais. Se você está interessado em iniciar na Impressão 3D, aqui você encontrará alguma ajuda. Este trabalho é derivado de uma pesquisa de Mestrado durante a qual materiais foram projetados e impressos para auxiliar os estudantes em atividades experimentais de Física. Os arquivos relativos a esses materiais estão disponíveis para download a partir de links disponibilizados no tópico V. Espero que sirvam como inspiração para outros projetos.

Boas Impressões!

Sumário

3	I – Visão geral do Processo
6	II – Softwares para modelar
14	III – Softwares para fatiar
22	IV – Impressoras e Filamentos
31	V – Amostras



I – Visão Geral do Processo

DERRUBANDO ALGUNS MITOS

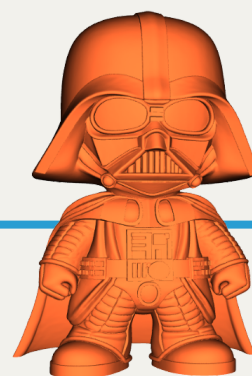
- Impressão 3D não é mágica! É trabalho, paciência e criatividade. Mesmo que você não seja tão criativo assim, ainda conseguirá se surpreender com os seus projetos. A internet está cheia de vídeos em que o apresentador dá “dicas” sobre como imprimir uma máscara idêntica ao personagem de um filme, uma espada mágica, uma nave espacial etc., etc. Não se engane: Na maioria das vezes, esses arquivos foram baixados da internet, em sites especializados que oferecem alguns arquivos gratuitos e vendem os demais. Muitos desses modelos foram criados por designers profissionais. Nosso objetivo é diferente: produzir peças funcionais para usar em atividades experimentais!



Perigo:

Na etapa de projeto é difícil manter o foco na atividade quando buscamos arquivos prontos em sites e repositórios para 3DP. O motivo é muito simples: não dá para resistir aos infinitos objetos úteis e personagens “fofos” que vamos encontrar. É ainda mais complicado ao trabalhar com crianças. Duvida? Verifique os endereços a seguir:

- <https://cults3d.com/pt>
- <https://www.myminifactory.com/>
- <https://www.thingiverse.com/>
- <https://www.printables.com/>



Fonte:
[Printables.com/@29flo_2608524](https://www.printables.com/@29flo_2608524)



- A impressão é demorada! Por isso é necessário ter paciência. Muitas vezes, os vídeos sobre o assunto são mostrados em timelapse, o que significa que horas de impressão foram reduzidas a alguns segundos. Vários fatores afetam o tempo de impressão (complexidade da peça, preenchimento, uso de suportes etc.). Porém, o mais impactante é a velocidade da impressora. Há impressoras muito rápidas, mas o preço é inviável.
- Normalmente é monocromática! A maioria das impressoras acessíveis imprime em apenas 1 cor! Na técnica que exploramos neste guia (FDM), usamos um carretel de filamento como matéria prima. Há filamento de várias cores. Embora seja possível, é trabalhoso trocar o filamento durante a impressão. Algumas impressoras trabalham com vários carretéis ao mesmo tempo, mas, mais uma vez, o preço é proibitivo. Se você encontrar uma peça impressa multicolorida, das duas uma: ou foi pintada após a impressão, ou foi impressa com uma impressora caríssima. Claro que sempre há a possibilidade de imprimir em várias etapas, trocando o filamento ao final de cada uma.



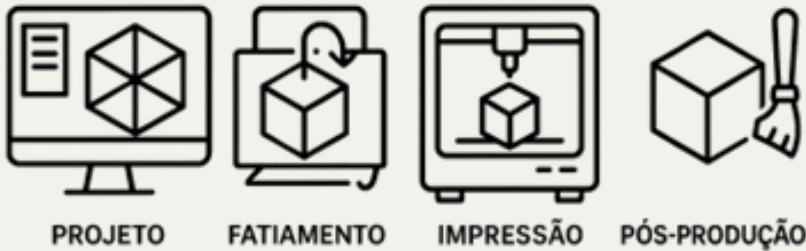
Perigo:

- A propaganda pode enganar os desavisados. Ao buscar por impressoras 3D na internet, os anúncios mostrarão impressoras com objetos prontos, dando a entender que foram impressos por ela. Nem sempre é verdade ou, na melhor das hipóteses, deu um trabalho enorme para imprimir em partes separadas. No exemplo abaixo, retirado de um anúncio de e-commerce, a impressora mostrada é de filamento único. Isso significa que para imprimir o objeto mostrado, seria necessário fazer cada uma das partes na respectiva cor e depois montar o objeto.



ETAPAS DO PROCESSO

PROCESSO DE IMPRESSÃO 3D



Basicamente, temos 4 etapas para materializar uma ideia:

1

PROJETO (CAD – Desenho Assistido por Computador)

O objeto é criado digitalmente utilizando um software de modelagem 3D. No tópico II vamos abordar essa ferramenta. Também é possível utilizar um tipo de scanner que gera uma imagem 3D de um objeto real. Como é uma tecnologia bastante sofisticada, ainda é pouco viável para uso doméstico.

2

FATIAMENTO (Slicer)

Com o projeto concluído, ele precisa ser “fatiado”. O software de fatiamento divide o modelo em camadas horizontais e gera o código (G-code) que será lido pela impressora. Há várias opções disponíveis e vamos falar sobre elas no tópico III.

3

IMPRESSÃO

O arquivo G-code gerado pelo fatiador é transferido para a impressora (via cartão SD, pendrive, USB ou Wi-Fi). A impressora funde o filamento e deposita o material camada por camada até formar o objeto final. Falaremos sobre esse processo no tópico IV. Como já mencionado, a impressão pode durar várias horas, dependendo do tamanho, complexidade e qualidade do objeto.

4

PÓS-PRODUÇÃO

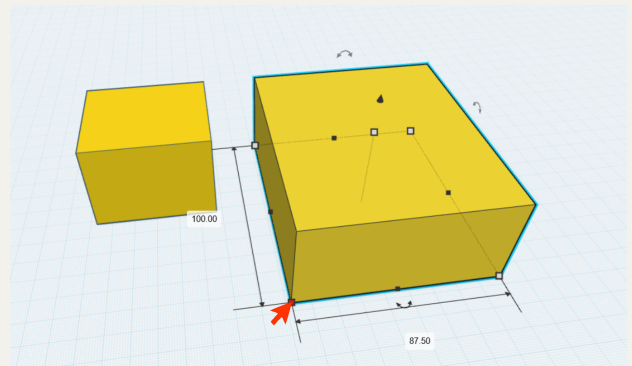
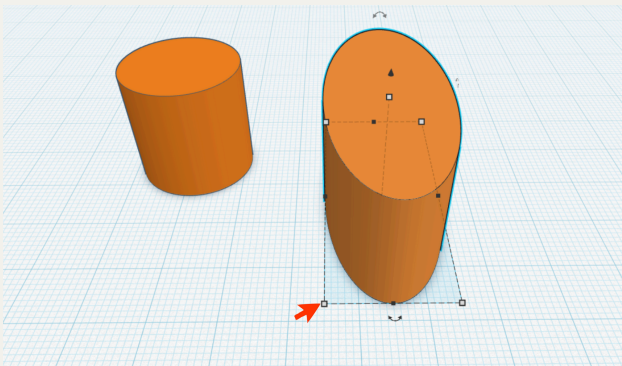
Embora não seja nosso propósito (à princípio), é possível melhorar a estética das peças após a impressão. Em alguns casos será necessário remover sobras, lixar, pintar e até colar diferentes partes. Para nosso propósito, pode ser necessário realizar testes funcionais, ou seja, verificar se as peças se encaixam nos locais previstos.

II - Softwares para Modelar

O processo de criação da imagem tridimensional relativa ao objeto que se deseja imprimir é chamado de modelagem e pode ocorrer de 2 formas: Direta ou Paramétrica.

Modelagem Direta:

O objeto é criado através da adição e subtração dos volumes de formas básicas como esferas, cilindros, paralelepípedos e pirâmides. O processo é mais visual e independe de conhecimentos matemáticos. Consiste, basicamente, em colocar uma forma básica na área de trabalho e, a seguir, clicar nos cantos e arrastar para alterar as dimensões. A modelagem é mais intuitiva e de rápido aprendizado.



O principal representante dessa categoria é o Tinkercad, fornecido pela empresa Autodesk. Trata-se de um aplicativo Web, ou seja, não é necessário baixar e instalar, sem propaganda e totalmente gratuito. Você deve estar se perguntando: “certo, e onde está a pegadinha?”. Na verdade, não há. A empresa deixa muito clara a sua intenção: atrair usuários para seus outros produtos.

“O Tinkercad é um aplicativo Web gratuito para projetos 3D, eletrônica e codificação. Somos a introdução ideal à Autodesk, empresa líder global em tecnologia de projeto e criação.”

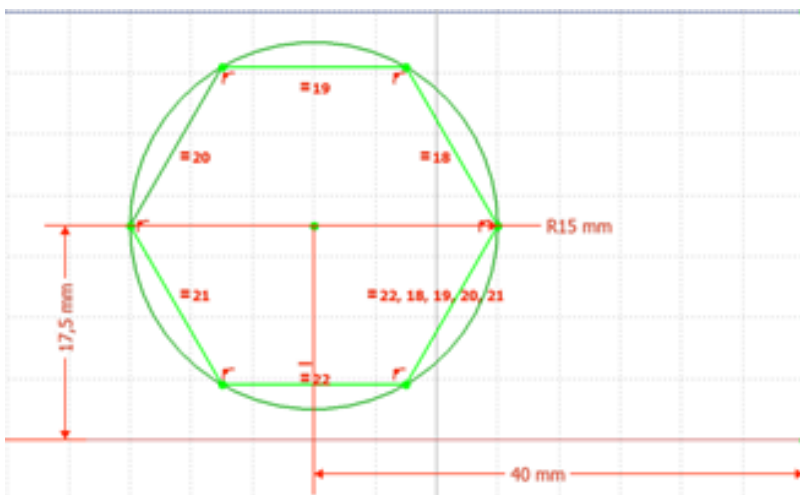


Fonte: tinkercad.com



Modelagem Paramétrica:

Parte da definição de **parâmetros** e nas **relações** entre esses parâmetros para definir a forma do objeto. Na modelagem paramétrica é possível manter um histórico das operações realizadas para criar o objeto. Modificando um parâmetro anterior na linha do tempo, as alterações irão se propagar por todo o modelo de forma automática.



Também é possível definir relações matemáticas e geométricas entre diferentes partes do modelo, por exemplo, definindo o tamanho de um furo como uma proporção do tamanho do objeto. Alterando o tamanho do objeto, o tamanho do furo também mudará na mesma proporção.

Nessa categoria há diversas ferramentas, algumas básicas e outras bastante sofisticadas. Há uma delas que é desenvolvida na modalidade Open Source (código aberto) disponível gratuitamente. Trata-se do FreeCAD. Outras empresas fornecem licenças gratuitas para professores e estudantes, como é o caso da Autodesk, citada anteriormente, que fornece o acesso ao Fusion 360, uma ferramenta bastante completa.

RESUMINDO:

Modelagem Direta

✓ Intuitiva, rápido aprendizado, aplicativos leves que rodam no navegador.

⚠ Pouco precisas, difícil alteração depois de algumas etapas.

Tinkercad (tinkercad.com)

Modelagem Paramétrica

✓ Precisa, reproduzível, totalmente controlada.

⚠ Aprendizagem demorada, interface menos intuitiva para iniciantes.

FreeCAD e Fusion 360

Se você não tem experiência prévia com design e pretende usar a impressão 3D em seus projetos (educacionais ou não), o Tinkercad é a melhor opção. Totalmente intuitivo e baseado em formas geométricas básicas. Perfeito para começar com o pé direito e ter seu primeiro projeto pronto em algumas horas.



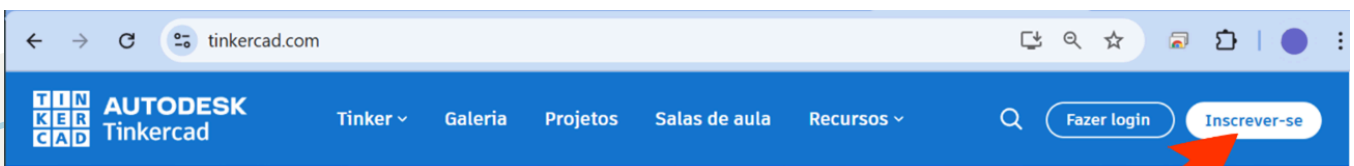
Perigo:

- Pode ser tentador trabalhar num projeto deitado no sofá ou na rede. Infelizmente, algumas funcionalidades ficam comprometidas em tablets e smartphones. Sugiro o velho e bom PC, seja desktop ou notebook.

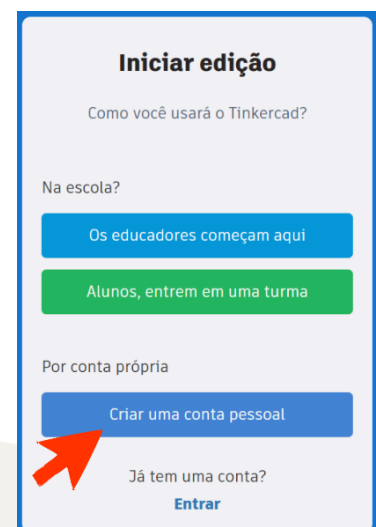
Se você vai seguir as recomendações anteriores, vamos lá...

Abra um navegador no seu Computador (Chrome, Edge, Opera etc.) e acesse o endereço abaixo:

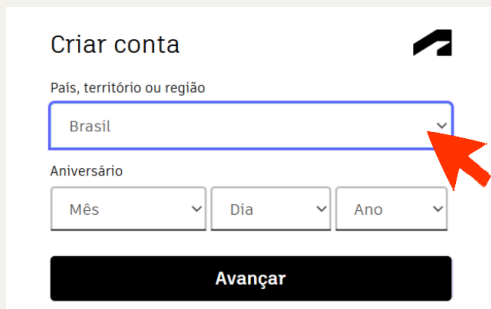
www.tinkercad.com



No primeiro acesso você terá que fazer um cadastro. Não se preocupe. É seguro e seus dados não serão usado para enviar propaganda. Você receberá apenas informações sobre eventos e atualizações do próprio produto. Fique à vontade para escolher uma das duas opções em azul. Se você pretende usar a ferramenta com os seus filhos ou alunos, sugiro a primeira opção (os educadores começam aqui). Se pretende apenas desenvolver os seus próprios projetos, uma conta pessoal resolve (criar uma conta pessoal). Vou considerar que você está criando uma conta pessoal.

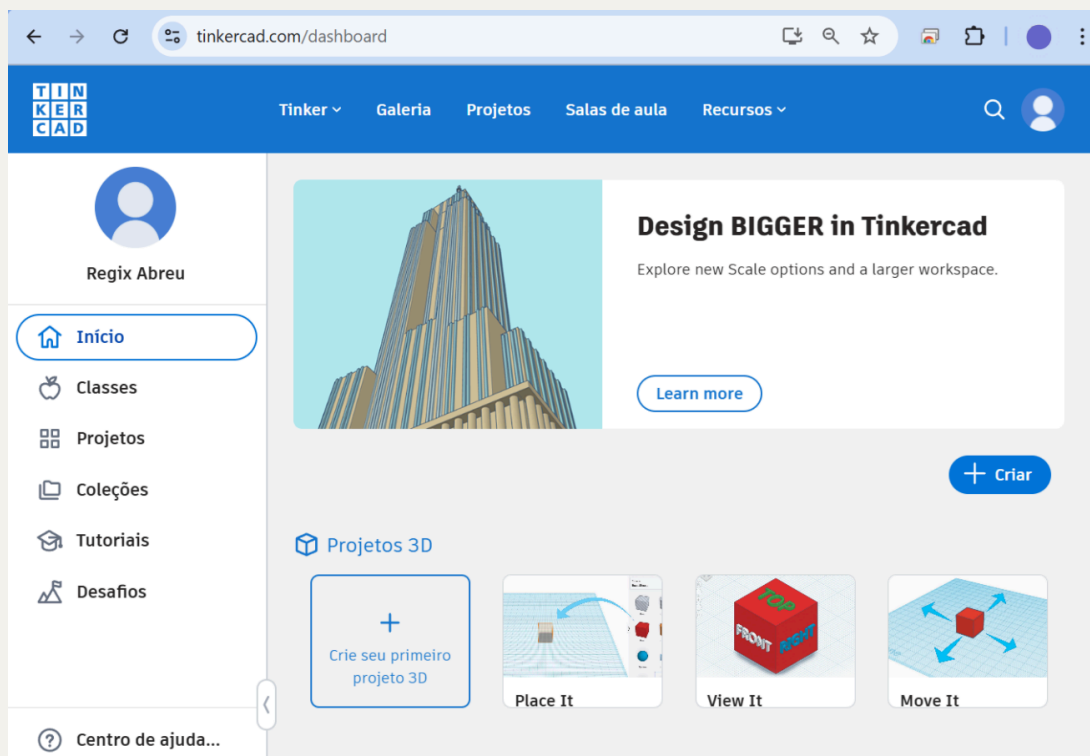


Na próxima tela, você poderá escolher entre criar um cadastro usando o seu e-mail ou usar uma conta pré-existente (Google ou Apple) para fazer o login. Se você escolher uma dessas opções, terá que usar os dados de login da conta escolhida (e-mail, senha e outras opções de verificação que estejam ativadas). Faça como julgar melhor.

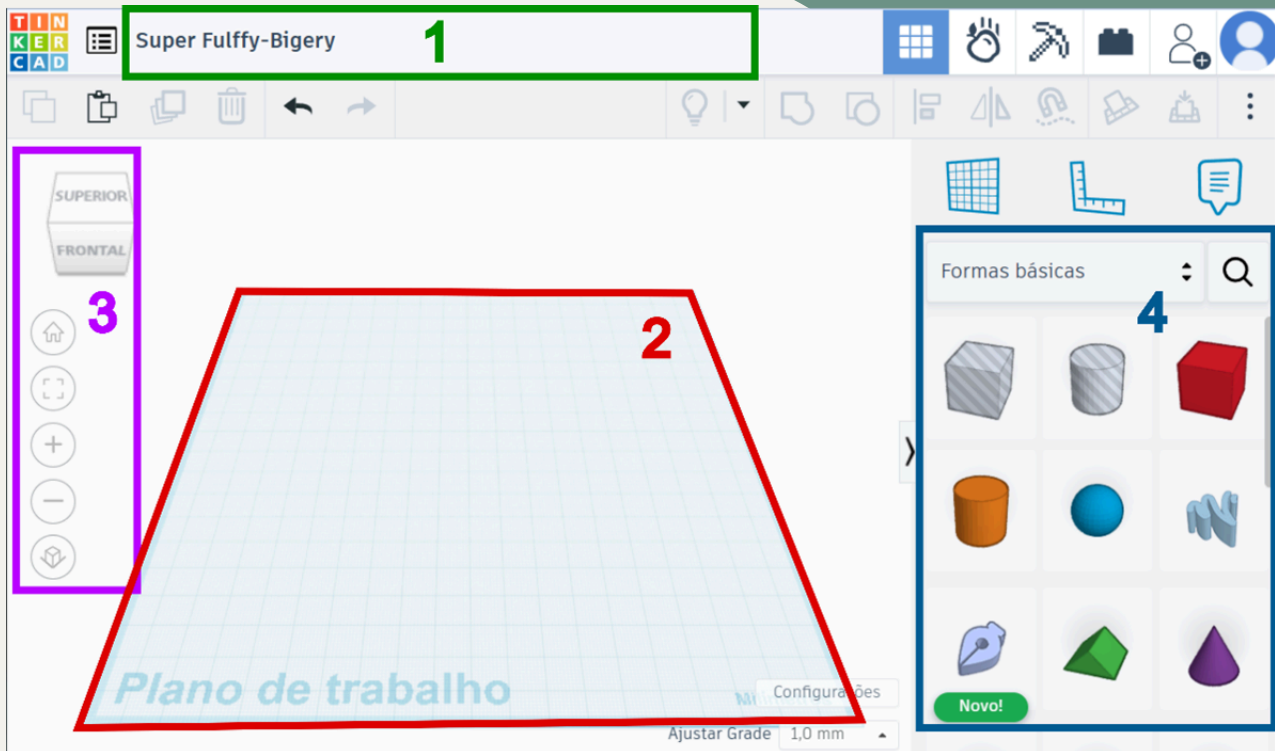


A seguir, escolha o país e insira a sua data de nascimento. Isso é importante por dois motivos. Para ajustar idioma e unidades de medida e para saber se você é maior de idade.

Após aceitar o **Termos** e a **Declaração de privacidade**, você será direcionado para a tela inicial. Parabéns, agora você faz parte de uma das maiores comunidades de projetistas, designers, professores, estudantes e curiosos do mundo!



Na página inicial há vários tutoriais sobre o uso da ferramenta. Na internet também há muito material sobre isso. Por esse motivo, seremos breves quanto ao processo de design. Clique em **crie seu primeiro projeto 3D**. A tela deverá mudar para a seguinte.



A tela acima tem 4 regiões importantes, destacadas com os números de 1 a 4.

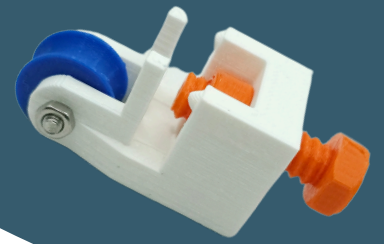
1 – Onde você deverá inserir o nome do seu projeto. Note que o Tinkercad é muito criativo e sempre sugere um nome para os novos projetos. Cabe a você decidir se aceitará a sugestão ou mudará.

2 – O plano de trabalho é a região onde o projeto será construído. É possível mudar suas configurações (tamanho, cor, unidades etc.) no canto inferior direito. Por ora, deixaremos como está.

3 – Ferramentas de visualização. Aumentar, diminuir, girar etc. Nada disso irá alterar o tamanho dos seus objetos. Apenas muda a posição (e a distância) do observador. Nessa área há um pequeno cubo com as inscrições superior, frontal, esquerda, direita etc. Clique e segure enquanto move o mouse. O plano de trabalho (4) deverá se mover.

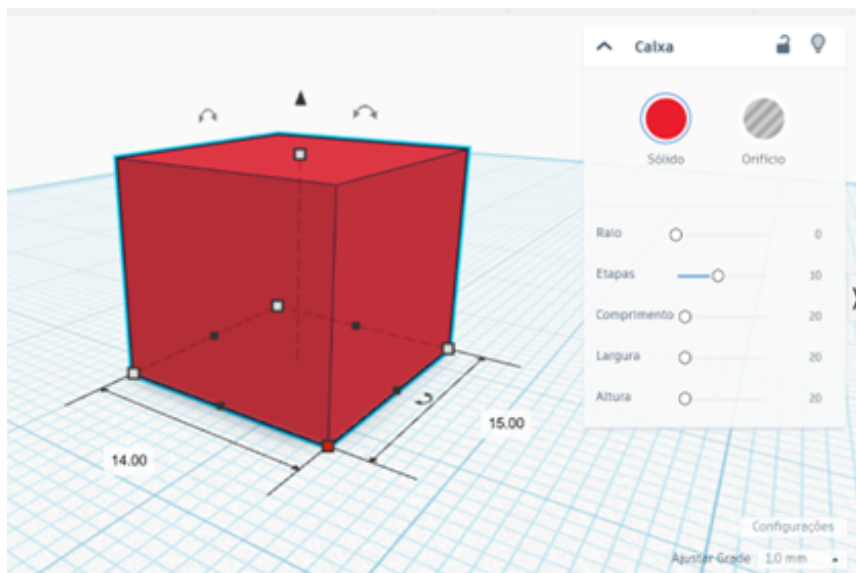
Tente também clicar com o botão direito do mouse sobre o plano de trabalho e segurando o clique mova o mouse. Essa ação também deve mover a área de trabalho. A “rodinha” do mouse (scroll) também funciona como controle de zoom. Rodando para um lado a imagem se aproxima e para o outro ela se afasta.

4 – Formas básicas para construção e recorte. Tudo começa com **um clique** sobre uma das formas coloridas e após posicioná-la no plano de trabalho, **outro clique** para fixar.



Para treinar, tente o seguinte:

- À direita da tela, na aba “Formas básicas” (4), clique em um objeto (por exemplo, o Paralelepípedo). Mova até o Plano de trabalho e clique novamente.
- Você notará que o objeto ficará com quadradinhos brancos em algumas posições. Clique e segure um desses quadradinhos e arraste o mouse para redimensionar. Outra possibilidade é clicar no quadradinho branco e quando as medidas aparecerem no plano clicar sobre uma delas para alterar o seu valor.



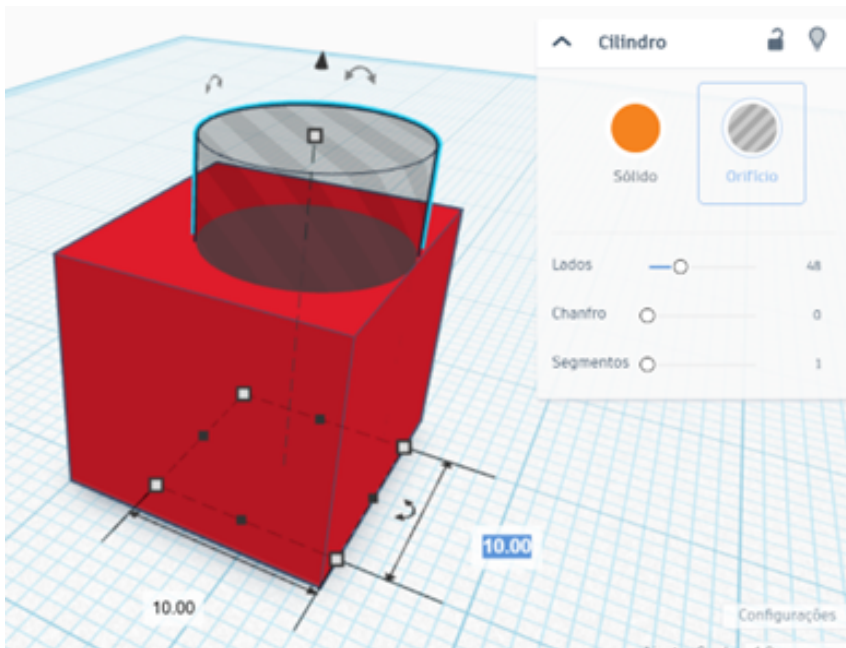
Ao selecionar um objeto no Plano de trabalho, uma pequena janela se abrirá à direita. É a janela de propriedades do objeto que está selecionado. Nela é possível alterar a cor, as medidas e outras características do objeto.



Perigo:

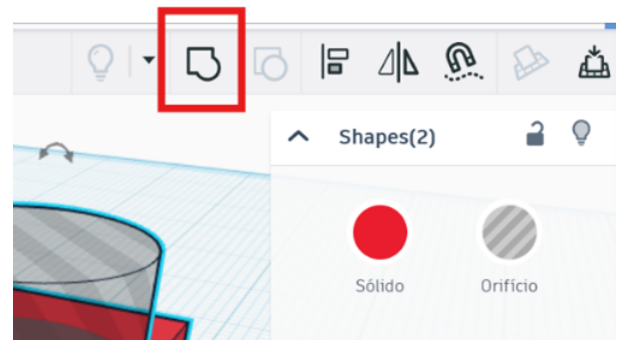
- É natural pensar (principalmente as crianças) que a cor do objeto na tela corresponderá será a cor da impressão, o que não é verdade. Independentemente da cor que o objeto tem no design, o que determinará a sua cor na impressão será a cor do filamento usado. Em impressoras mais sofisticadas é possível trabalhar com várias cores, mas esse não é o nosso propósito.

Vamos adicionar outro objeto ao plano de trabalho, um cilindro, por exemplo, que será posicionado no centro do cubo. Note que existe um quadradinho branco na parte superior cuja função é aumentar a altura do objeto. Próximo a ele existe ainda uma pequena seta preta que aponta para cima. O objetivo dela é elevar o objeto em relação ao plano de trabalho sem, no entanto, alterar suas medidas. Mudaremos as medidas da base do cilindro para 10 cm e, na janela de propriedades, vamos clicar na bolinha cinza listrada onde está escrito Orifício. O cilindro ficará cinza e semitransparente.

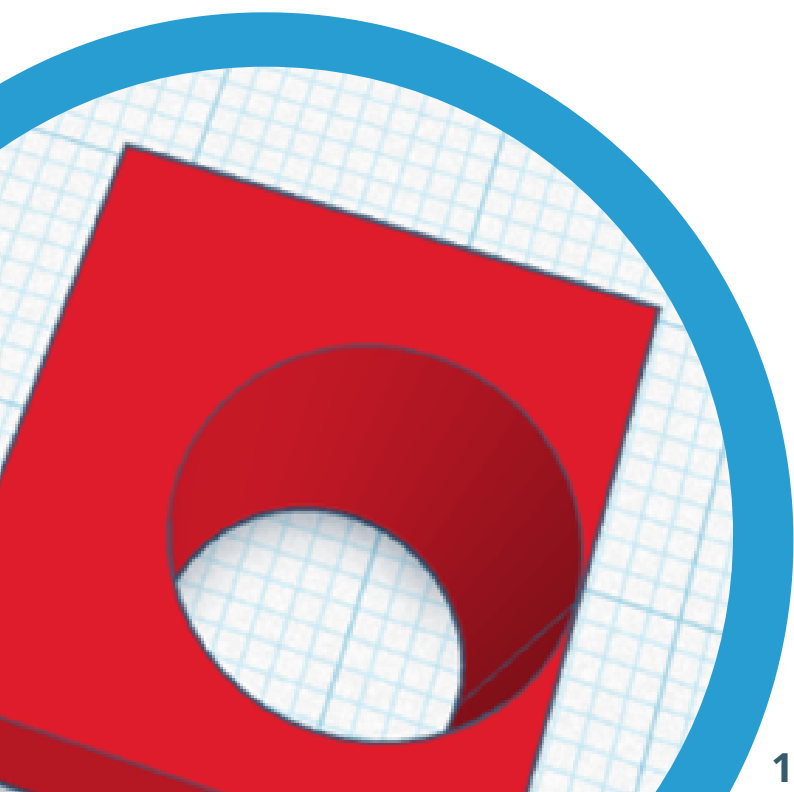


Agora, a mágica irá acontecer: segurando a tecla Shift do teclado vamos selecionar também o cubo vermelho. Outra forma de selecionar múltiplos objetos é levar o cursor do mouse até uma posição superior esquerda em relação aos objetos e clicando e segurando o botão esquerdo levar o cursor do mouse até a posição inferior direita que capture os 2 objetos.

Com os dois objetos selecionados, vamos clicar na ferramenta de Agrupar, que ainda não havia sido mencionada, e está logo acima da janela de propriedades.

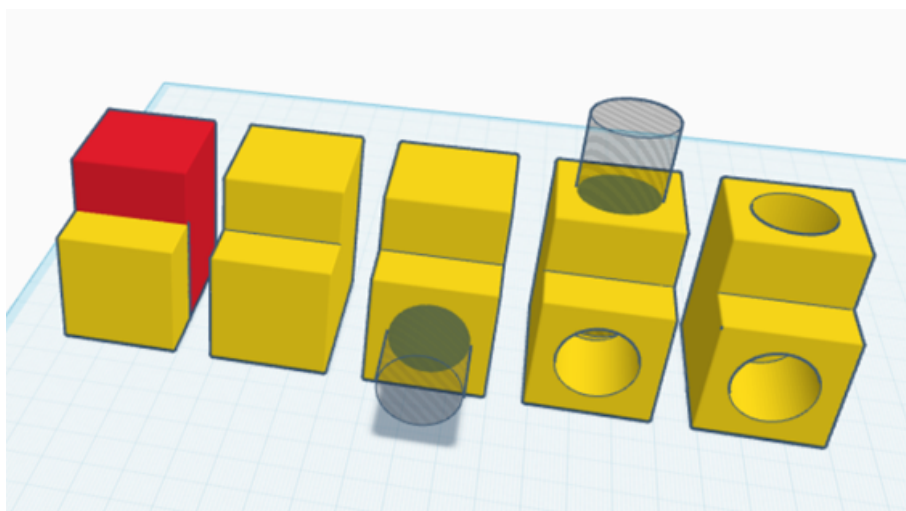


Surpresa! Agora temos um cubo com um buraco no meio. Quando alteramos a cor do cilindro que era alaranjada clicando na opção orifício, o cilindro foi transformado num elemento de subtração. Ou seja, ao agrupar o cubo com o cilindro, a região do cubo que estava ocupada pelo cilindro foi subtraída.

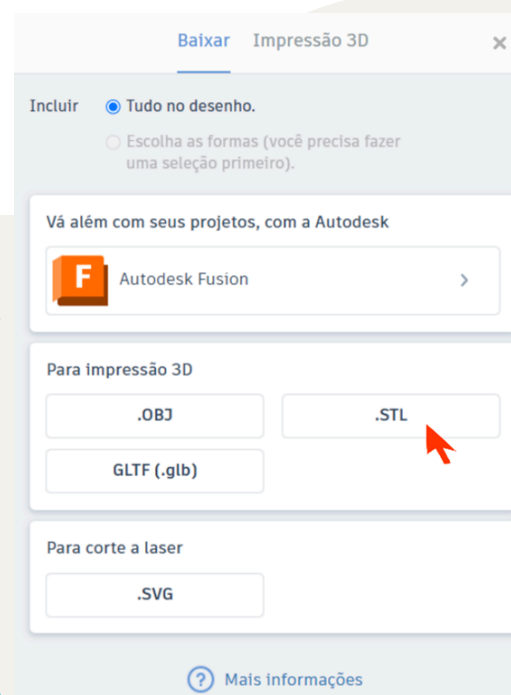


Pode parecer impossível, mas todos os objetos que serão apresentados no tópico 5 foram projetados dessa forma. Claro que para criar formas mais sofisticadas será necessário um pouco de prática e treinamento, mas os princípios básicos são esses: agrupar formas e usar uma forma para extrair uma região da outra até chegar ao objeto desejado.

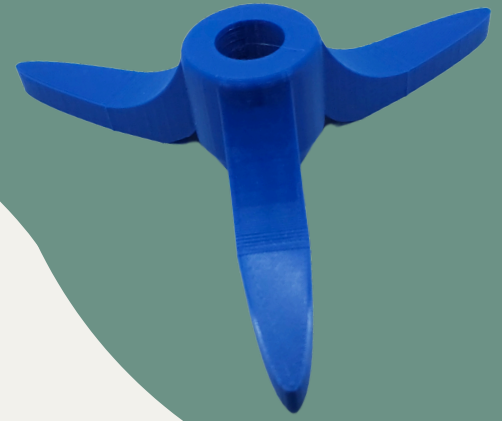
Por exemplo, para projetar um encaixe que conecta dois tubos cilíndricos para formar uma estrutura de sustentação, comecei com duas caixas de tamanhos diferentes que, após agrupadas, passaram a formar um único objeto (por isso a cor ficou uniforme, embora seja possível alterar essa configuração). Usei um cilindro para fazer um furo horizontal que não atravessasse a estrutura. Em seguida, usei outro cilindro para fazer um furo vertical, também sem atravessar a peça. Essas etapas estão representadas na figura a seguir, da esquerda para a direita.



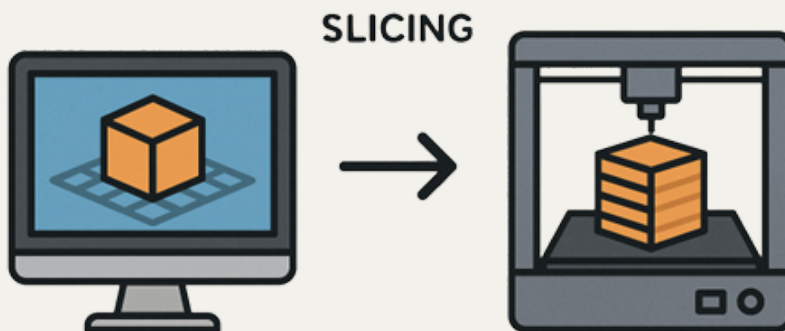
Quando o projeto estiver concluído, deverá ser exportado para passar pela próxima etapa: o fatiamento. Para isso, basta selecionar o objeto que pretende imprimir (sugiro que faça um objeto por vez) e clicar na opção exportar no canto superior direito da tela. Na janela que se abrirá, escolha a opção .STL. O arquivo será baixado na pasta padrão para downloads.



III - Softwares para Fatiar



Com a modelagem concluída e o objeto exportado, chegou a vez do fatiamento (slicing). O software de fatiamento dividirá o modelo em camadas horizontais e criará um código (G-code) que será lido pela impressora. Basicamente, esse código é composto por comandos que especificam a temperatura, as coordenadas, a velocidade de tração do filamento e demais parâmetros técnicos. Ou seja, o fatiador (slicer) transforma a peça projetada em um conjunto de dados numéricos que vão orientar a deposição do filamento sobre a superfície de impressão. Felizmente essa codificação é feita com uma interferência mínima do usuário. Mesmo assim, alguns parâmetros serão configurados.

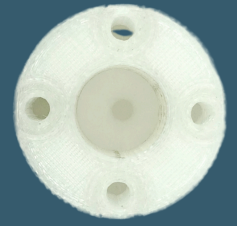


Alguns softwares disponíveis para esse processo são:

UltiMaker Cura: Um slicer gratuito e muito popular, com uma interface amigável e diversas opções de configuração. Compatível com a maioria das impressoras FDM.

PrusaSlicer: Desenvolvido pela Prusa Research, este slicer é robusto, oferece muitos recursos avançados e é compatível com diversas impressoras.

Creativity Slicer: Um slicer baseado no Cura, otimizado para as impressoras Creativity e com uma interface simplificada.



Embora não sejam as únicas, todas essas opções são gratuitas e robustas o suficiente para a maioria das aplicações. Um detalhe importante é que os três foram desenvolvidos por fábricas de impressoras. No próximo tópico, os nomes UltiMaker, Prusa e Creality aparecerão novamente quando formos falar sobre as impressoras. Porém, todos eles apresentam uma opção de configuração que permite incluir a maioria das impressoras disponíveis no mercado. Mesmo usando o slicer Cura (da UltiMaker), você poderá incluir impressoras de outras marcas. Como é esse que tenho usado, com impressoras de diferentes marcas (nenhuma delas fabricada pela UltiMaker) e nunca tive problemas, é o que recomendo e irei apresentar.

Será necessário fazer o download do programa no seu PC. Para isso, use a página oficial do produto, no site da UltiMaker:



<https://ultimaker.com/software/ultimaker-cura/>

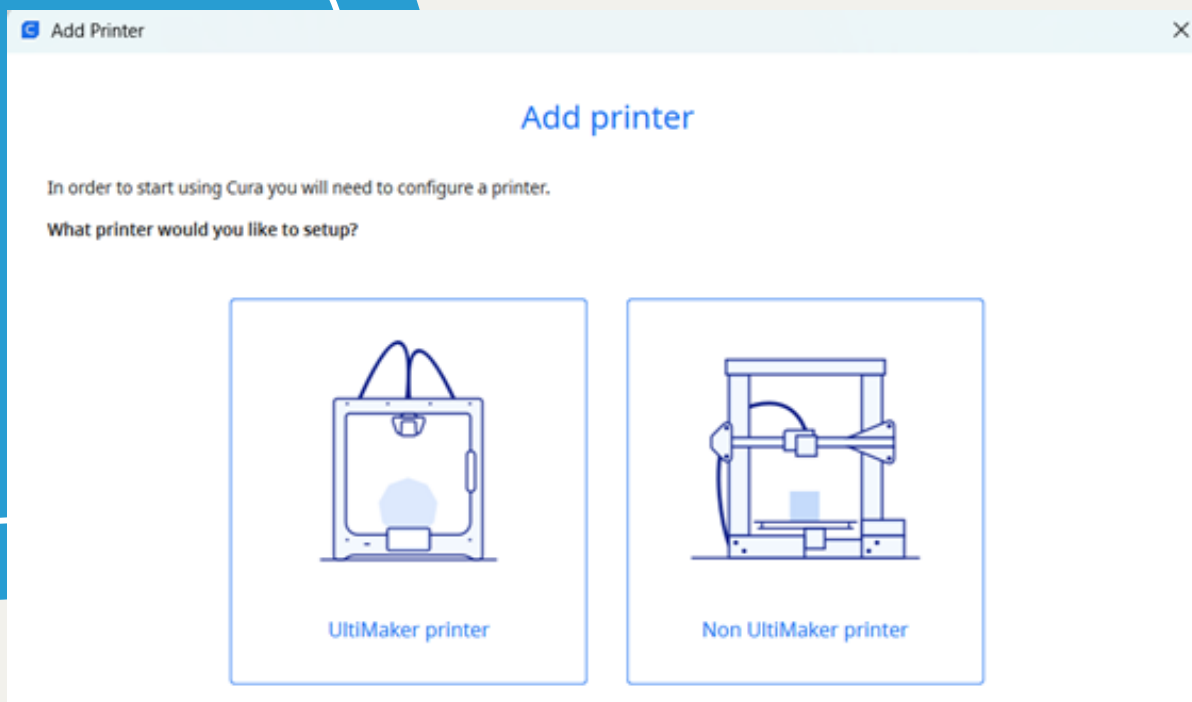


Clique no botão azul e, na tela a seguir, escolha o seu sistema operacional. Se não estiver seguro, busque a ajuda de alguém que entenda um pouco sobre computadores.

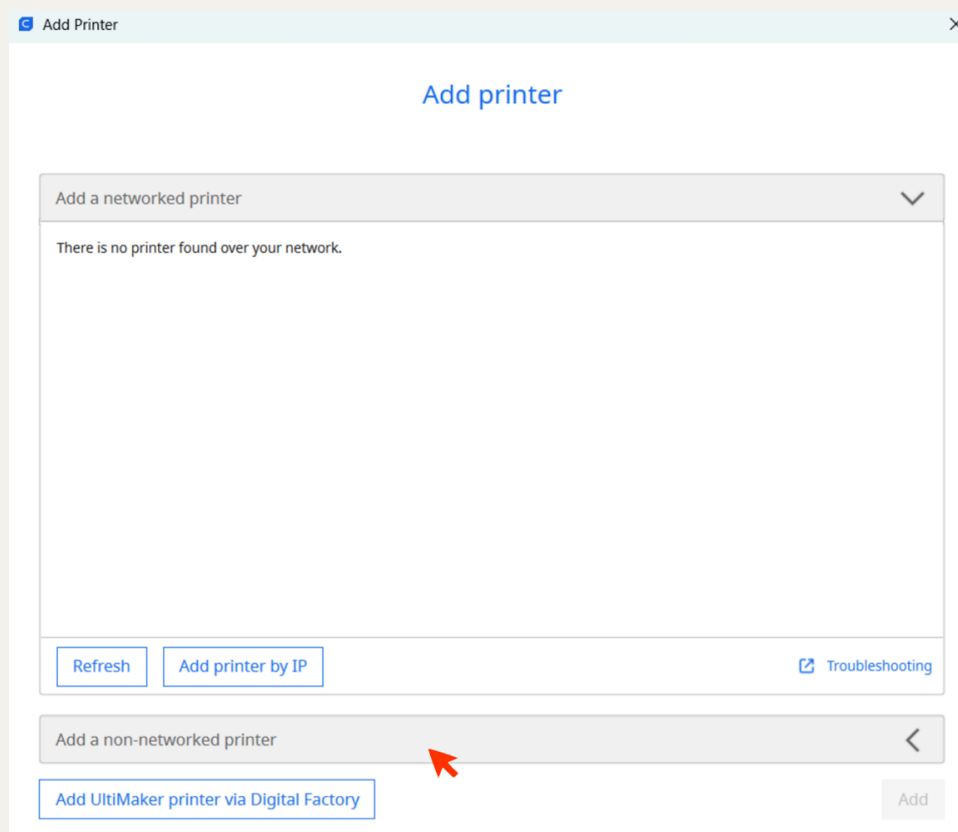
Após concluído o download, clique sobre o arquivo para iniciar a instalação. Há diversos vídeos na internet sobre instalação e configuração desse programa.

Quando a janela de instalação se abrir, aceite a licença de utilização e, a seguir, escolha a opção típica (Typical). Se tudo correu bem, dentro de alguns minutos o programa estará instalado e poderá ser executado.

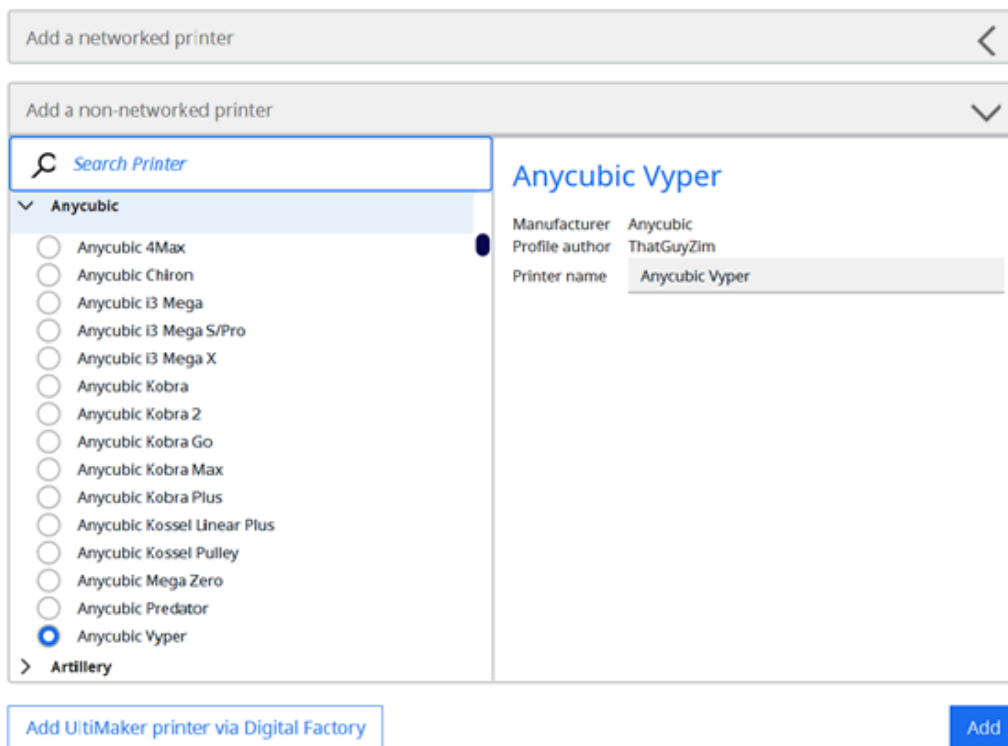
Ao executar pela primeira vez, você será convidado a se inscrever no programa de usuários da Ultimaker. É possível recusar e continuar para a próxima tela. Será necessário escolher a marca e o modelo da sua impressora, assunto do próximo tópico. Imaginando que você já saiba qual é a sua impressora escolha entre as duas opções apresentadas: UltiMaker printer ou Non UltiMaker printer.



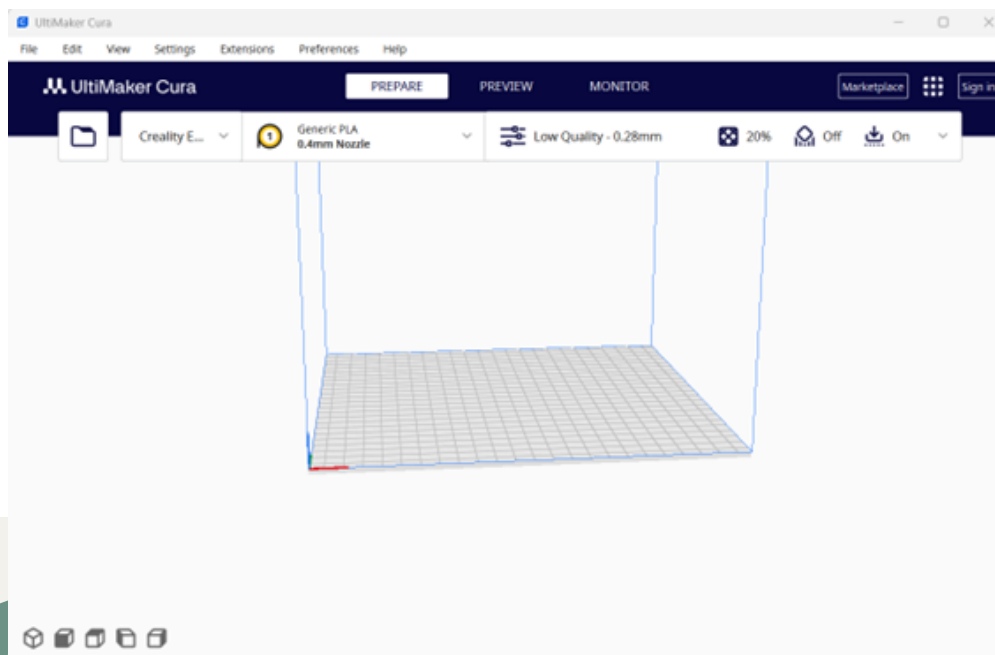
Imaginando que a sua impressora é uma Anycubic Vyper, por exemplo, escolheremos a opção Non UltiMaker printer e, na próxima tela, vamos clicar na opção Add non-networked printer, para adicionar uma impressora que não esteja ligada em rede. (Estou imaginando que a sua impressora será usada apenas pelo seu computador. Caso queira compartilhar sua impressora numa rede local, sugiro que procure tutoriais ou ajuda especializada para isso.)



Selecionamos a marca e o modelo da impressora e clicamos no botão azul (Add).



Se tudo correu bem, a janela do programa deve ser parecer com a seguinte:

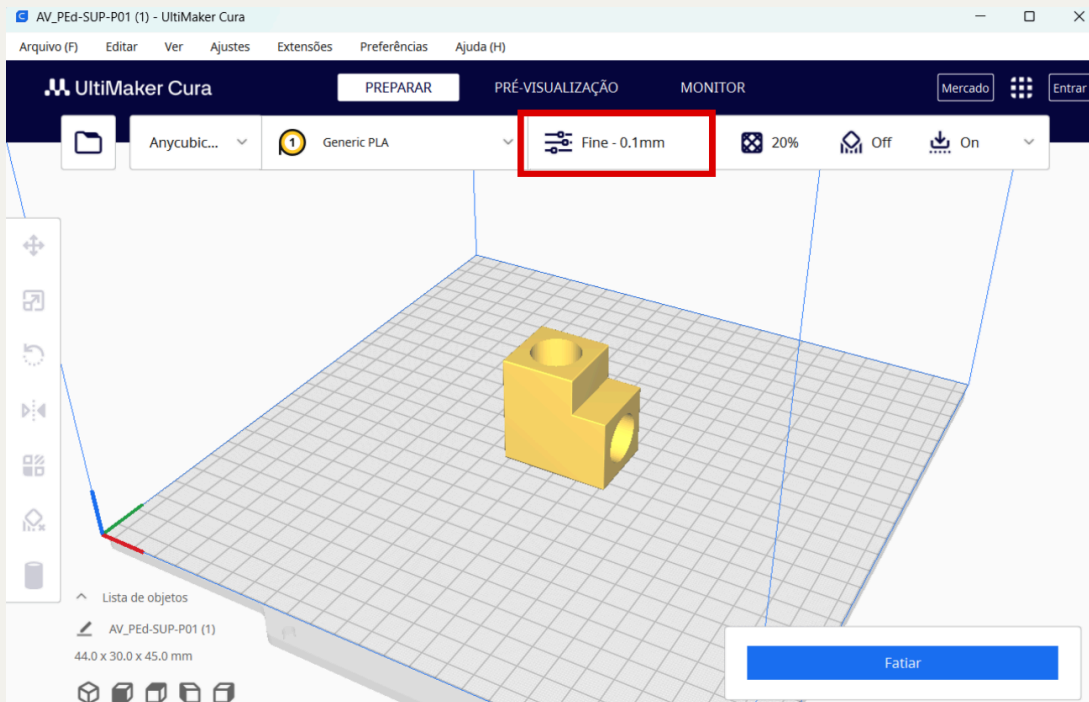


O espaço mostrado corresponde ao volume de impressão que pode ser usado. Sempre que um objeto exceder o tamanho da impressora, o CURA irá avisar. Imaginando que você só tem uma impressora instalada, poderá preparar um arquivo para a impressão com apenas alguns cliques.

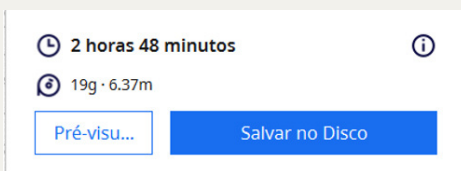
(Se a sua interface estiver em inglês, é possível alterar para português. No menu superior, vá em *Preferences* => *Configure Cura* => *General* => **Interface Language** e escolha português do brasil. (Será necessário encerrar o Cura e executar novamente para que as alterações sejam efetivadas.)

Feito isso, novamente no menu superior, clique em Arquivo e escolha Abrir Arquivo. Quando a janela do explorador abrir, procure a pasta onde o arquivo STL foi exportado, na etapa anterior. Outra opção é arrastar o arquivo STL para a área de trabalho do Cura!

O resultado deve ser o seguinte:



Nesse momento, você deve estar motivado a clicar no botão azul (Fatiar), correto? Afinal, é isso que um fatiador faz, não é mesmo!? Se você for em frente e executar o fatiamento, o botão azul irá mudar e, dependendo de qual impressora você configurou, irá exibir algo assim:

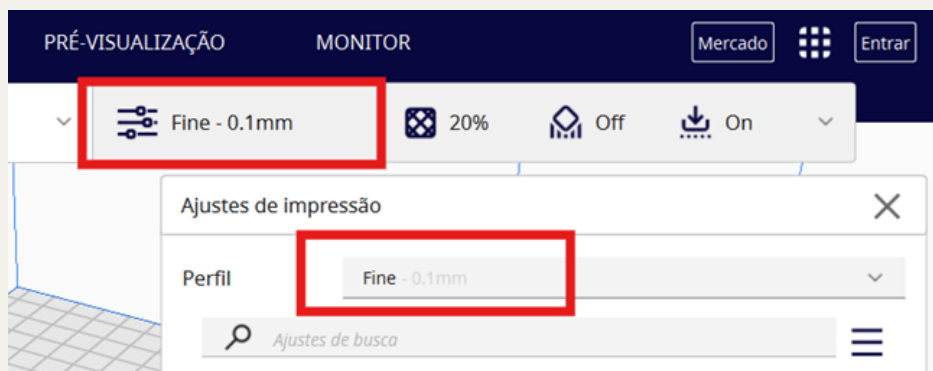


Traduzindo: quase 3 horas para imprimir uma peça de apenas 4,4 x 3 x 4,5 cm !!!!!

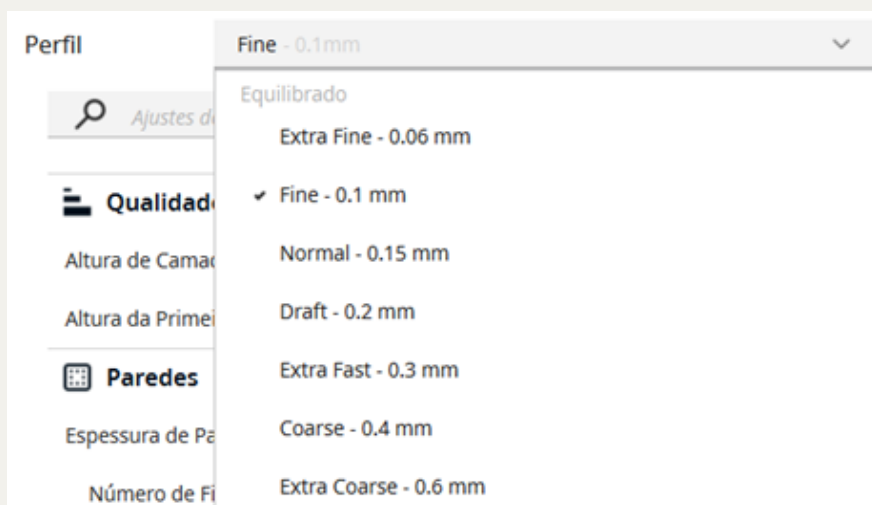
Como eu sei essas medidas? Olhei no canto inferior esquerdo da imagem anterior!

Note que, naquela imagem, eu também destaquei em vermelho um parâmetro de impressão: Fine – 0,1 mm. Isso significa que cada camada de impressão terá 0,1 mm de altura, ou seja, um décimo de milímetro! Não é à toa que esse “perfil” de impressão é chamado de “Fine”. Para a maioria das impressões que faremos, isso é um exagero.

Se você clicar naquele local (Fine), uma nova janela se abrirá, mostrando alguns parâmetros de impressão, inclusive o Perfil que está sendo usado (Fine).

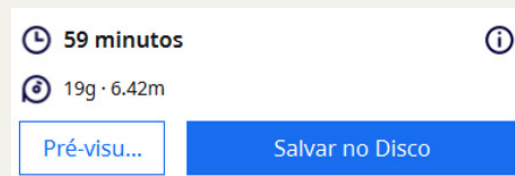


Clicando na seta para baixo, que estão ao lado desse perfil, outras opções serão mostradas.

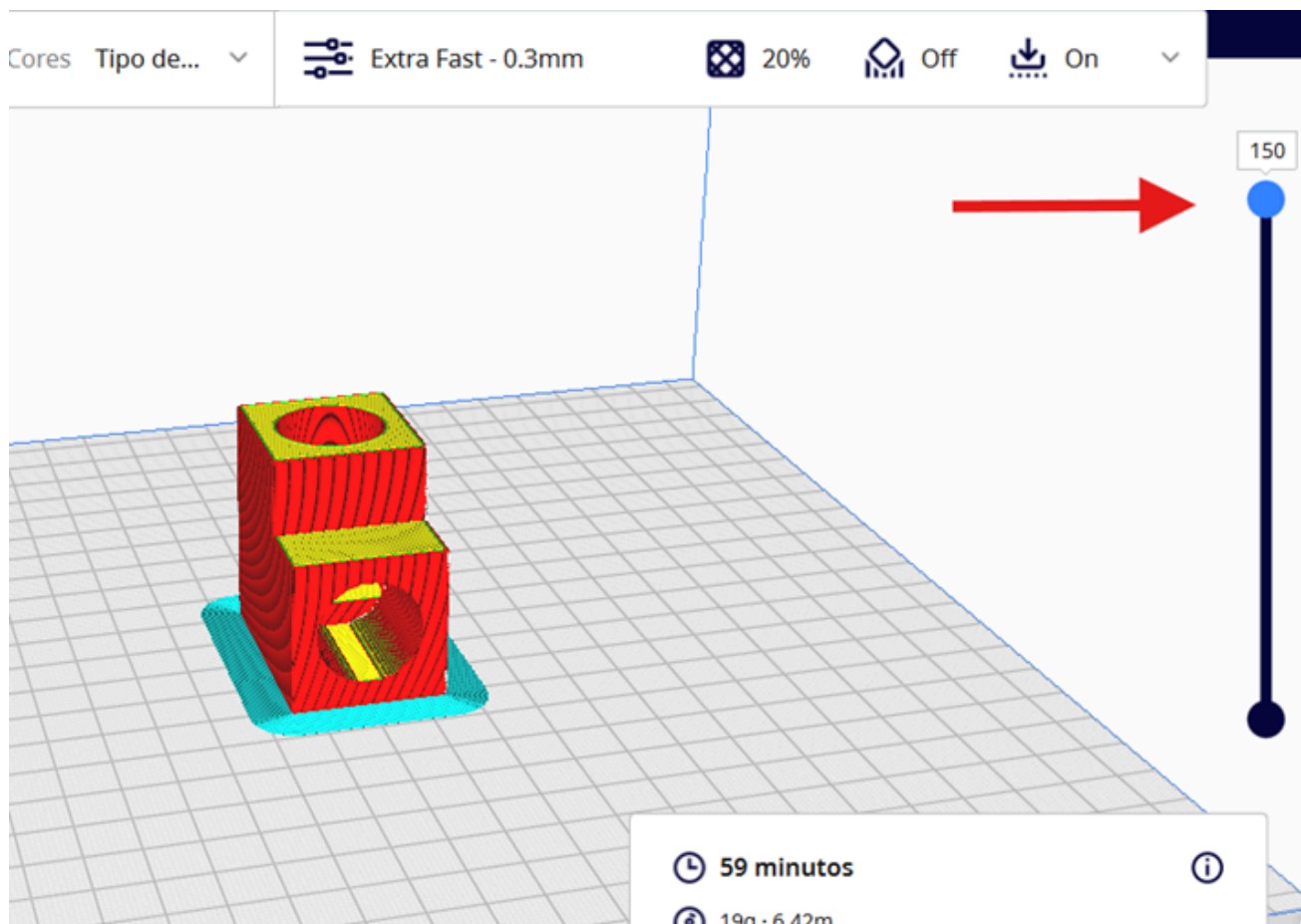


Escolha algum outro, como Draft ou Extra Fast. Aqui, há a dor de escolher entre a qualidade da impressão e o tempo necessário. Menores espessuras de camada produzem impressões mais precisas e regulares, mas levam mais tempo. Praticando e cometendo alguns equívocos você irá encontrar o seu próprio padrão de qualidade x tempo.

Após mudar o perfil de impressão, o que irá afetar várias características do processo, é necessário fatiar novamente. Se você escolheu o perfil Extra Fast, irá notar que o tempo de impressão ficou muito menor. O texto do botão Fatiar muda para Salvar no disco (se houvesse uma impressora conectada através de um cabo USB haveria também a opção imprimir via USB.)



Algo que você pode gostar de ver é como as camadas serão desenhadas, umas sobre as outras. Para isso, clique na opção Pré-visualizar, que está ao lado do botão Salvar no disco. A opção Pré-visualizar Também está disponível no alto da tela.



Na imagem acima é possível verificar que o processo de impressão será dividido em 150 camadas. Arrastando a bolinha azul, indicada pela seta vermelha, para cima e para baixo, você observará cada uma das camadas sobre a peça.

Se tudo correu bem, você pode gravar o seu arquivo no PC, ou num cartão de memória compatível com a impressora, e seguir para a impressão.



Note que, na mesma janela em que alteramos o padrão de impressão para Extra Fast, há muitos outros parâmetros que podem ser configurados.

Atente para os seguintes:

- **Qualidade:** Para uma impressão mais rápida e menos detalhada, use 0,2 mm. Para mais detalhes, use 0,1 mm. (Lembre-se do impacto no tempo de impressão)
- **Paredes:** Uma espessura de parede de 1,2 mm (ou 3 linhas com uma espessura de 0,4 mm) é suficiente para dar resistência à peça.
- **Densidade de Preenchimento (Infill):** O preenchimento define a proporção do objeto que será preenchida internamente. Para impressões simples, uma densidade de **20%** é adequada. Além de afetar o tempo de impressão, o preenchimento impacta na quantidade de material necessária para a impressão. Preenchimentos maiores produzem peças mais resistentes, mas demoram mais e consomem mais material
- **Tipo de Preenchimento:** O padrão geralmente é "Grid", mas você pode escolher outros tipos dependendo da necessidade (como "Triangular" para resistência adicional).
- **Material:** Depende do tipo de material, sobre o que falaremos no próximo tópico. Normalmente, usaremos o PLA.
 - **Temperatura de Impressão:** Para PLA, o recomendado é entre 190°C e 210°C.
 - **Temperatura da Mesa:** Para PLA, ajuste entre 50°C e 60°C.
- **Velocidade:** Para impressão doméstica, uma velocidade de 50 mm/s é geralmente suficiente. Para impressões mais detalhadas, você pode reduzir para 30 mm/s.

Explicações sobre todas essas características, e outras que não foram citadas, podem ser encontradas facilmente na internet, em sites de fabricantes de impressoras e em tutoriais no YouTube.



IV – Impressoras e Filamentos

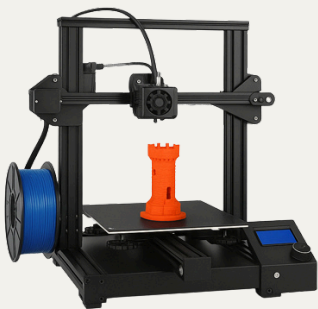
Se você já andava interessado pelo assunto, provavelmente já pesquisou sobre as impressoras 3D. Deve saber que já imprimem de peças para foguetes a casas, de próteses dentárias a alimentos. Sim, você leu direito: alimentos! Se duvidar, pesquise!

No entanto, conforme o subtítulo deste guia antecipa, nosso objetivo é projetar e construir materiais para atividades experimentais, na área de Física. Claro que as estratégias e procedimentos aqui apresentados podem ser estendidos a outras áreas, mas nosso objetivo é bem específico.

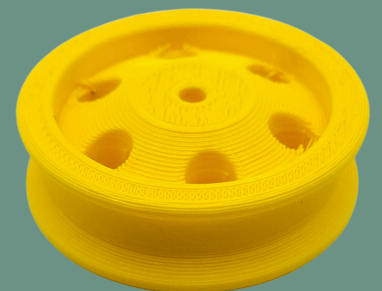
Dito isso, necessitamos de uma impressora que atenda à essa especificidade. O problema é que há inúmeras tecnologias disponíveis! Obviamente, uma impressora para alimentos não será o mais indicado para nosso propósito.

A primeira decisão a tomar será entre impressoras de resina e impressoras de Filamento. Embora a modelagem possa ser aplicada a qualquer tipo de impressora, com particularidades quanto ao fatiamento, a impressão propriamente dita é bastante diferente.

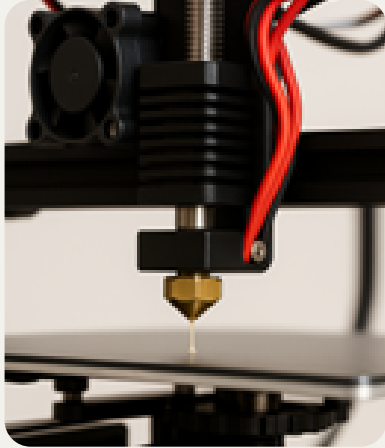
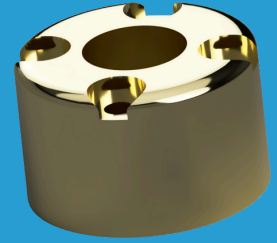
**Filamento
(FDM)**



Resina



Na impressão por filamento ou FDM (Fused Deposition Modeling), a impressora possui um bico metálico (hot end) que é aquecido até a temperatura necessária para fundir o filamento (PLA, ABS, PETG etc.) que vai sendo desenrolado de um carretel.

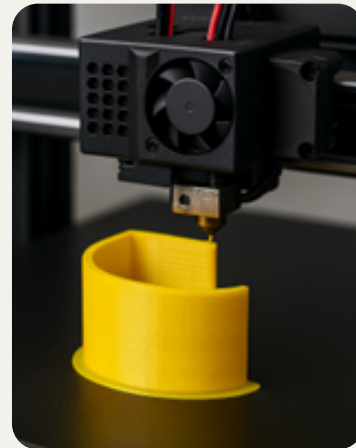


Simultaneamente, o bico de impressão se move deixando um rastro de filamento sobre a mesa de impressão (bed).

Em cada camada, a impressora faz movimentos em dois eixos, até que, ao finalizar uma camada, o bico sobe (terceiro eixo) uma distância igual àquela que foi definida no fatiador (em nossa primeira tentativa de fatiamento, esse valor era de 0,1 mm – perfil Fine). Como seria muito demorado, mudamos a configuração para o perfil Extra Fast (0,3 mm). Com isso, as camadas ficaram mais espessas e o tempo de impressão diminuiu.

Ao final do processo, basta desprender a peça da mesa de impressão e a impressora está pronta para a próxima tarefa.

A impressão 3D de resina ou impressão SLA (Stereo Lithography Apparatus) é diferente quanto ao princípio de funcionamento e à matéria prima. Nesse tipo de impressão, um feixe de luz incide de forma controlada sobre um líquido fotossensível (resina) que reage se solidificando. Após a finalização da camada a plataforma de impressão se move verticalmente, materializando a próxima camada, até que o objeto esteja totalmente impresso. Ao final, a peça deve ser lavada com álcool isopropílico, para remover a resina excedente, e passar por um processo de cura (nada a ver com o software de fatiamento!) até atingir sua rigidez total.



Como já tenho a minha preferida entre essas duas técnicas, achei melhor pedir a opinião de “alguém” isento: fiz a seguinte solicitação a uma IA Generativa:

>> “Apresente as diferenças entre a impressão com filamento e a impressão com resina, levando em conta um contexto educacional.”

Eis a resposta:

Resumo Comparativo

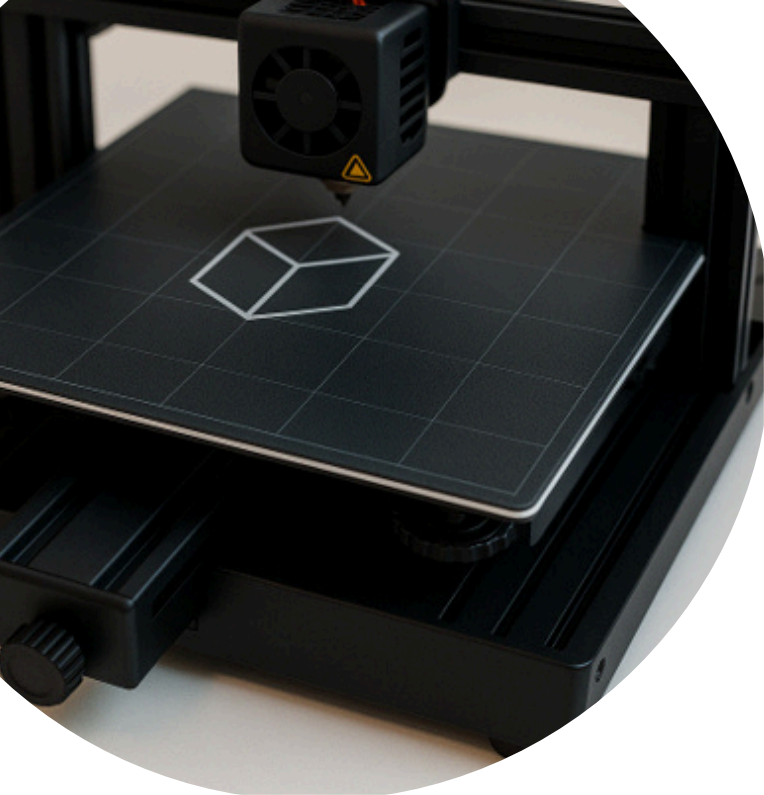
Característica	Filamento (FDM)	Resina (SLA/DLP)
Custo inicial	Baixo	Médio a alto
Custo de manutenção	Baixo	Médio
Segurança para escolas	Alta	Baixa (exige EPIs)
Precisão e detalhes	Média	Alta
Facilidade de uso	Alta	Média

A impressão FDM é a mais adequada para o ambiente escolar por ser:

- **Mais segura:** não utiliza produtos químicos tóxicos.
- **Mais barata:** tanto na compra da impressora quanto nos insumos.
- **Mais fácil de operar:** ideal para atividades com crianças e adolescentes.
- **Didaticamente eficaz:** permite a visualização de conceitos de volume, temperatura, energia, velocidade, entre outros.

Bem, com quem entende, não se discute! Vamos focar na impressão FDM! O primeiro passo é encontrar uma impressora que caiba no seu orçamento e que atenda às suas necessidades. Os principais pontos a verificar são:

- **Volume destinado à impressão:** (no mínimo 22 cm x 22 cm x 20 cm). Considero mais importante a área da mesa do que a altura. O motivo é simples: peças altas têm maior probabilidade de soltar da mesa durante a impressão. Por isso, prefira fazer impressões com as maiores medidas do objeto posicionadas no plano da mesa.



- **Mesa aquecida:** As peças devem aderir à mesa desde a primeira camada e assim permanecer até o final da impressão. Mesas aquecidas facilitam esse processo. (Você notará que, para impressoras abertas (que não ficam dentro de um gabinete fechado), a convivência com Condicionadores de Ar não é boa. O motivo é simples: correntes de ar frio resfriam a base das peças que estão sendo impressas fazendo com que soltem da mesa.

- **Nivelamento automático:** Imprescindível, a menos que você goste de sofrer! Como já discutimos, a distância entre o bico de impressão e a mesa varia de 0,1 mm a 0,3 mm. É uma tarefa difícil fazer com que essa distância esteja perfeitamente calibrada em todos os pontos da mesa de impressão. Em impressoras mais antigas, era necessário ajustar manualmente essa distância através de parafusos que ficavam sob a mesa, usando a espessura de uma folha de papel como referência.
- **Tensão de operação (voltagem):** Compatível com a sua instalação elétrica.

É possível encontrar impressoras abertas, como aquela mostrada no início deste Tópico, e que atendam aos requisitos anteriores por cerca de US\$250 dólares. (Como a maioria delas ainda é importada, é melhor avaliar na moeda americana.)

Se puder investir um pouco mais, é possível comprar uma máquina fechada (lembra da corrente de ar frio?) por cerca de US\$ 600. O valor é significativamente maior, devido a outros acessórios que são incorporados (câmera; assistência por IA, redução de ruído etc.).

As marcas que têm se mostrado mais confiáveis, e que já têm certa reputação, são: **Creality**, **Anycubic** e **Bambu Lab**. Como essas marcas são bastante conhecidas, será fácil encontrar ajuda na internet, quando algum problema surgir.

Agora que você comprou a sua impressora, provavelmente em algum e-commerce, é hora de escolher o material que irá usar, que é chamado de filamento.

Há filamentos constituídos por diferentes materiais, mas como você está iniciando, vamos falar de apenas dois: PLA

A escolha entre eles dependerá das características do projeto como necessidade de maior uniformidade na impressão, resistência mecânica, resistência à umidade e custo.

PLA (Ácido Polilático)

Vantagens:

- Biodegradável e derivado de fontes renováveis (como milho ou cana-de-açúcar).
- Baixa temperatura de extrusão (180–220°C), o que reduz riscos e facilita a impressão.
- Emite pouco odor durante a impressão.
- Excelente para peças visuais, protótipos e aplicações didáticas.

Desvantagens:

- Menor resistência mecânica e térmica (deforma a cerca de 60°C).
- Pode ser frágil para aplicações que envolvam impacto ou calor.

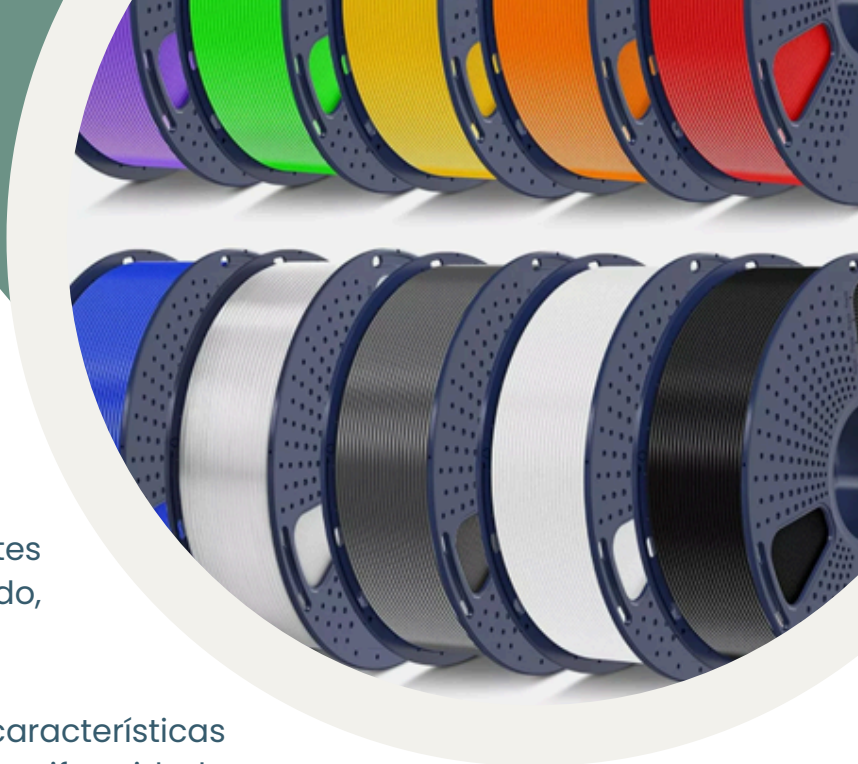
ABS (Acrilonitrila Butadieno Estireno)

Vantagens:

- Alta resistência mecânica e térmica (suporta até 100°C).
- Indicado para peças funcionais, duráveis e sujeitas a desgaste.

Desvantagens:

- Exige temperatura de extrusão mais alta (220–250°C).
- Emite gases e odores fortes (recomenda-se uso em ambiente ventilado ou com exaustão).
- Maior tendência à deformação (warping), exigindo mesa aquecida e controle ambiental.

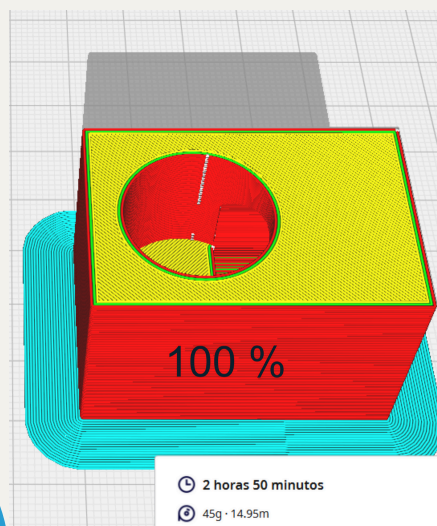
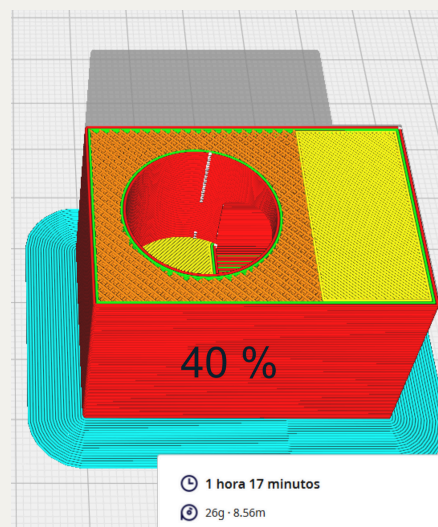
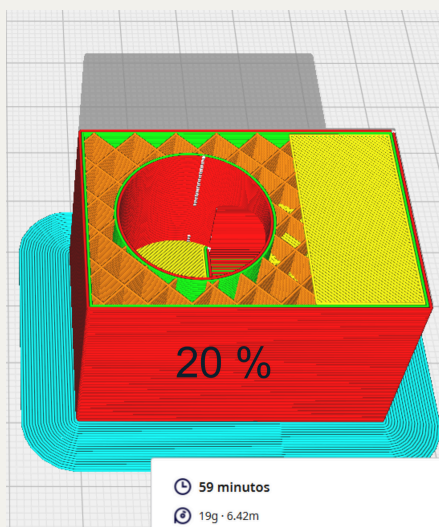


Para projetos escolares, recomendo o PLA. É seguro, fácil de usar e suficientemente resistente para a maioria das aplicações. Sem falar no apelo ambiental, quando se usa um material de fontes renováveis, o que é mais compatível com o contexto escolar.

Qualquer que seja o material, será vendido em carretéis de 1kg. É possível encontrar com 0,5kg, mas nem sempre compensa financeiramente. Agora, o melhor: quando comecei a trabalhar com impressão 3D, há cerca de 10 anos, um carretel custava por volta de R\$130. **Atualmente, é possível comprar 1kg de PLA (ou ABS) por R\$ 70.**

Uma pergunta natural é: o que consigo fazer com 1kg de PLA?

A resposta é simples: Depende do tamanho e do preenchimento (Infill) da peça – essa característica, discutida no Tópico III, determina qual o percentual da peça que será preenchido. A título de comparação, veja a mesma peça (usada anteriormente) fatiada com preenchimentos de 20%, 40% e 100%:





Externamente, essas três peças serão idênticas. Porém, o preenchimento de 100 % torna a impressão muito mais resistente à compressão, ou seja, se você está projetando algo que será apoio para um peso grade, aumente o Infill!

Na tabela abaixo é possível observar o impacto desse parâmetro sobre o tempo de impressão e sobre o consumo de filamento.

Infill	Tempo de impressão	Filamento
20 %	59 min	19 g
40 %	1h 17 min	26 g
100 %	2h 50 min	45 g

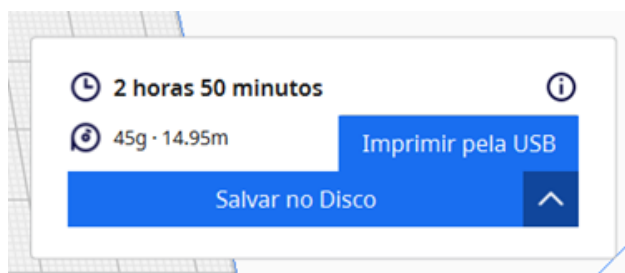
Agora que a impressora chegou e você já comprou alguns carretéis de PLA coloridos, é hora de imprimir a sua primeira peça. Há alguns anos as impressoras vinham muito desmontadas. Mesmo com o auxílio do manual, era um verdadeiro quebra-cabeças. A indústria se modernizou e, a maioria delas, é entregue em 3 ou 4 partes apenas. Isso significa que apertando uma dúzia de parafusos ou menos, a impressora já está pronta para o uso. Os manuais de instrução trazem todas as informações necessárias para a montagem e ajustes iniciais, quando for o caso.



Perigo:

- A impressora deve ser instalada numa superfície plana e firme. Se for uma impressora aberta é melhor que o ambiente fique fechado durante a impressão, para evitar que as peças descolem da mesa durante o processo. Além disso, quanto mais frio estiver o ambiente mais energia será consumida para manter os níveis de temperatura exigidos para a impressão.

Se sua opção for usar um cabo USB para conectar a impressora ao seu computador, a opção de Imprimir pela USB será apresentada ao lado do botão de Salvar no Disco, no software UltiMaker Cura.



Se preferir usar uma memória flash (pendrive ou cartão SD), use a opção Salvar no Disco e, em seguida, coloque o cartão na impressora.

Após ligar a impressora, será necessário inserir o filamento pela primeira vez. Para isso, a impressora deve ser aquecida até a temperatura de fusão do filamento (cerca de 200 °C para PLA ou 220 °C para ABS). Cada impressora tem uma forma própria para inserir o filamento. Mesmo entre impressoras do mesmo fabricante, diferentes modelos terão diferentes processos.

É muito comum encontrar no painel digital das impressoras os seguintes grupos de funções:

Imprimir (print): é provável que você só consiga acessar esta função se a impressora já estiver aquecida e o filamento carregado. Se for o caso, será apresentada uma lista com todos os arquivos (G-code) que estão no cartão de memória inserido. (Quando o controle é feito pelo cabo USB, diretamente do software fatiador, praticamente não é necessário ajustar a impressora.

Preparar (Prepare): neste grupo estão as funções de auto nivelamento, carregar filamento, remover filamento entre outras. O processo de auto nivelamento deve ser executado de tempos em tempos ou que a impressora for movida.

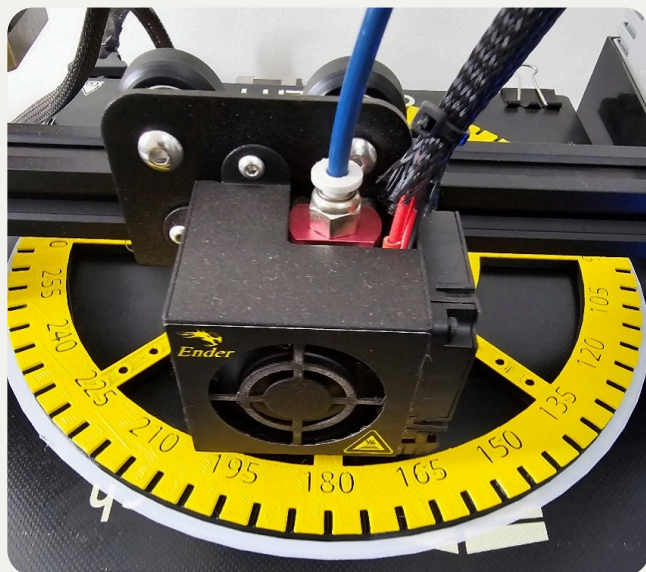
Ferramentas (Tools): Aqui estão ferramentas de ajuste características de cada impressora. A leitura do manual é indispensável!



Algumas sugestões:

- É tentador projetar uma peça gigante e deixar a impressora trabalhando durante a noite ou o final de semana, enquanto você vai ao cinema. Vai dar errado! Embora a tecnologia esteja melhorando a cada dia, ainda acontecem muitos imprevistos que as impressoras não conseguem contornar. Isso pode prejudicar a peça que está sendo impressa ou até danificar a impressora. Não é uma boa ideia deixar a impressora trabalhando sem supervisão por muito tempo.
- Entre ligar a impressora ao PC via cabo USB ou salvar o seu arquivo num cartão de memória e colocar diretamente na impressora, prefira a segunda opção. Sim, é mais trabalhosa: retira o cartão da impressora, coloca o cartão no PC, salva o arquivo, retira o cartão do PC, coloca o cartão na impressora... Porém, se o seu PC travar durante a impressão, ou se você fechar a janela do Cura acidentalmente, perderá todo o trabalho. Aprendi da pior (e mais óbvia) maneira. Durante a impressão de uma peça, o computador hibernou por falta de atividade. Resultado: a impressora parou de receber os dados e abortou a impressão.
- Ao finalizar a impressão, é natural que você queira retirar a peça o mais rápido possível para ver como ficou. Em muitos casos, enquanto a mesa estiver aquecida a peça não desgruda. Tentar retirá-la de maneira forçada pode danificar a impressora ou, no mínimo, prejudicar o nivelamento. Aguarde alguns minutos até que a temperatura baixe e então peça se soltará com facilidade.
- Há impressoras equipadas com uma mesa magnética. Nesse caso, haverá uma lâmina metálica flexível colocada sobre a mesa. Quando a impressão terminar é possível retirar a lâmina e com cuidado soltar a peça.

Tudo pronto. Escolha o arquivo que pretende imprimir e boas impressões!



V – Amostras

Como expliquei na página de abertura, este material foi desenvolvido como parte de um projeto de pesquisa que consistiu em verificar a viabilidade da impressão 3D na fabricação de materiais para atividades experimentais em Física.

Durante a pesquisa, projetei e imprimi alguns equipamentos que foram usados em atividades experimentais com estudantes do ensino médio. São 2 kits:

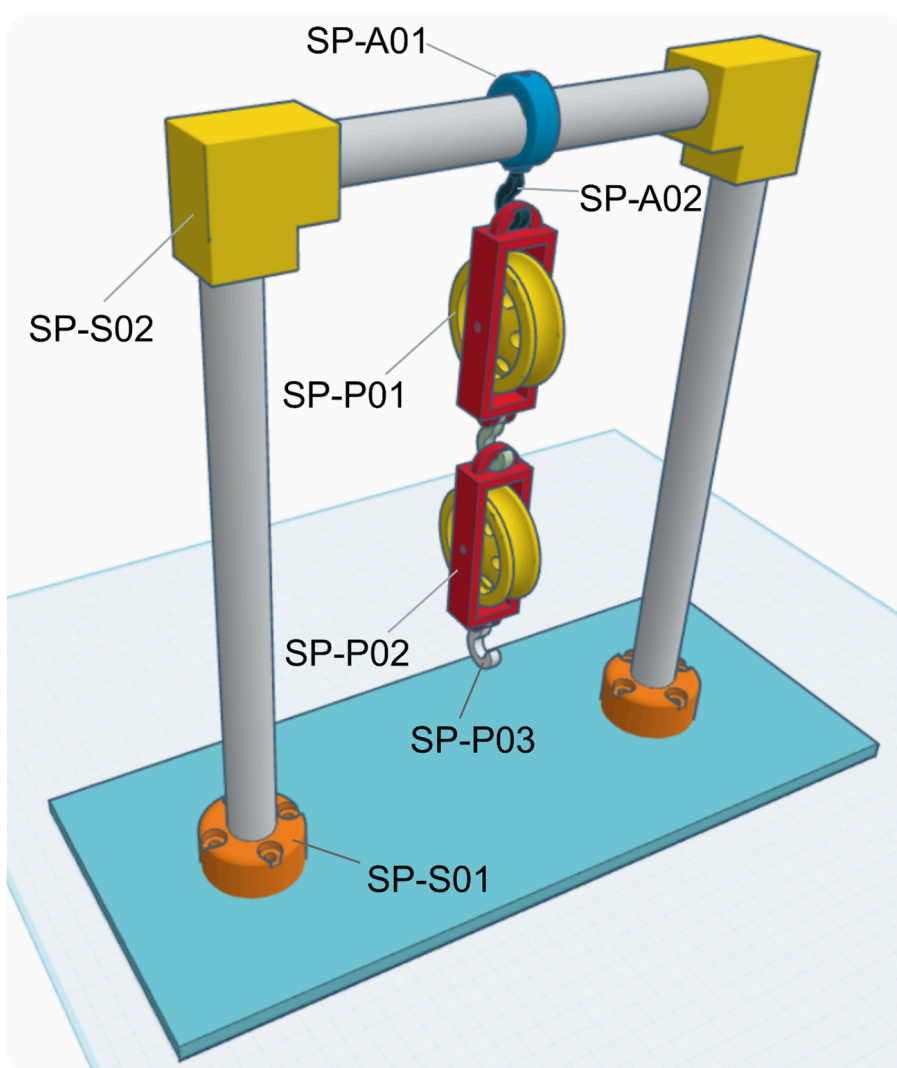
1) Sistema de polias com dispositivo de fixação

Neste conjunto há 7 partes:

- SP-A01 – Anel de fixação para tubo cilíndrico (diâmetro de 2cm);
- SP-A02 – Gancho móvel para anexar ao anel;
- SP-P01 – Polia circular com furo central;
- SP-P02 – Suporte da polia;
- SP-P03 – Gancho para o suporte da polia;
- SP-S01 – Encaixe da base para tubo cilíndrico (diâmetro de 2cm);
- SP-S02 – Conectores L para tubos cilíndricos (diâmetro de 2cm);



Arquivos STL



Objetos impressos



SP-A01 – Anel de fixação para tubo cilíndrico (diâmetro de 2cm)



SP-A02 – Gancho móvel para anexar ao anel



SP-P01 – Polia circular com furo central



SP-P02 – Suporte da polia



SP-P03 – Gancho para o suporte da polia



SP-S01 – Encaixe da base para tubo cilíndrico (diâmetro de 2cm)

SP-S02 – Conectores L para tubos cilíndricos (diâmetro de 2cm)



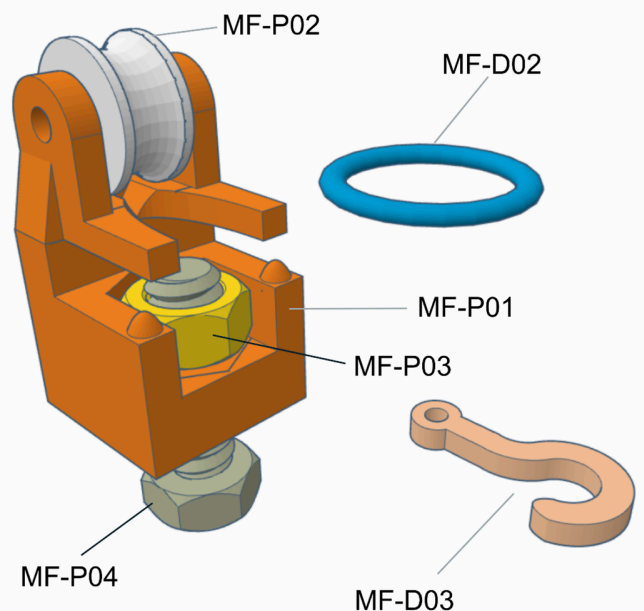
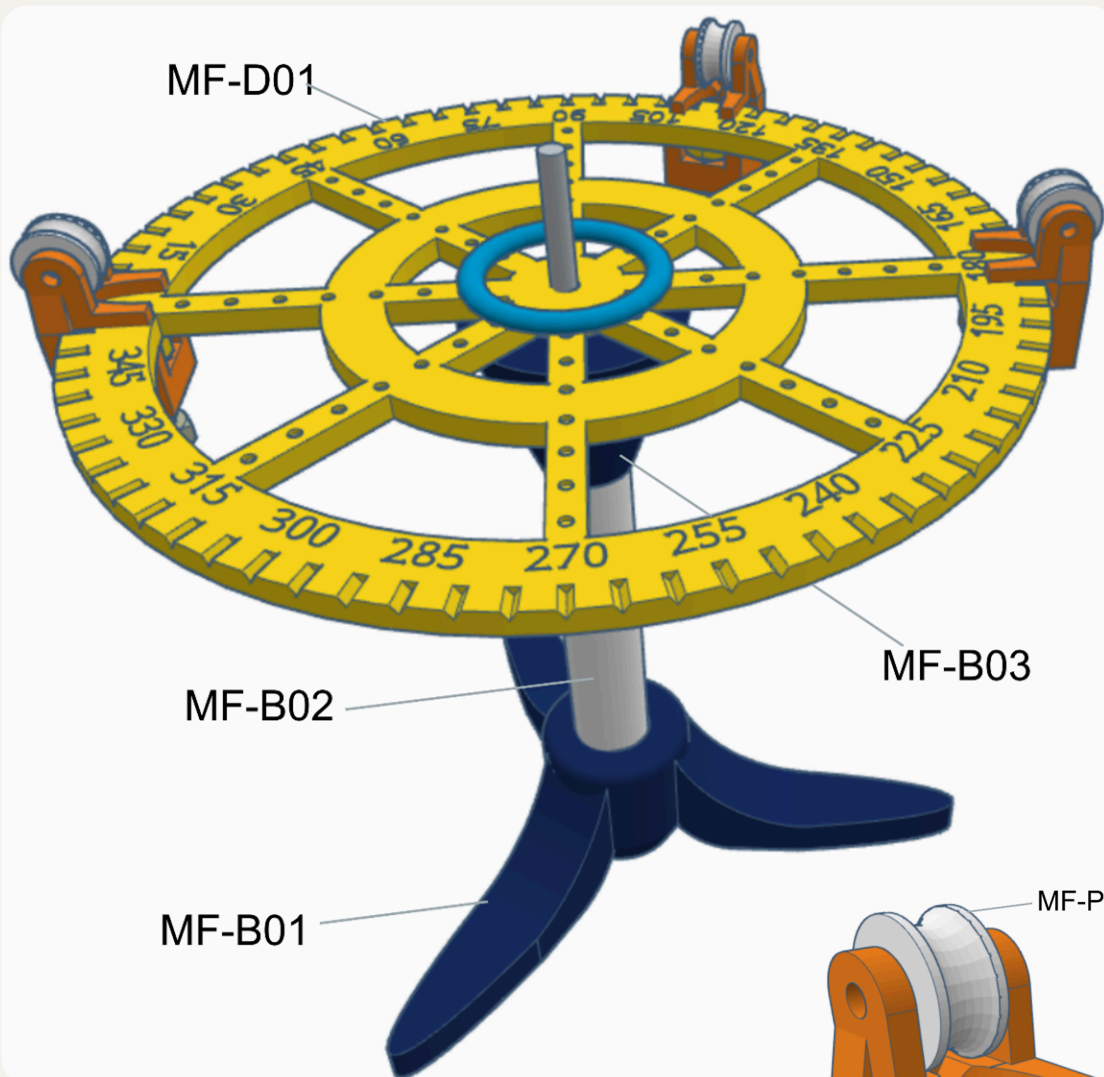
2) Mesa de Forças

Neste conjunto há 10 partes:

- MF-B01 – Base do suporte;
- MF-B02 – Haste do suporte;
- MF-B03 – Apoio do disco;
- MF-D01 – Disco principal;
- MF-D02 – Anel central;
- MF-D03 – Gancho do anel central;
- MF-P01 – Corpo da polia deslizante;
- MF-P02 – Polia deslizante;
- MF-P03 – Porca de parada;
- MF-P04 – Parafuso de parada.



Arquivos STL



Objetos impressos



MF-B01 – Base do suporte

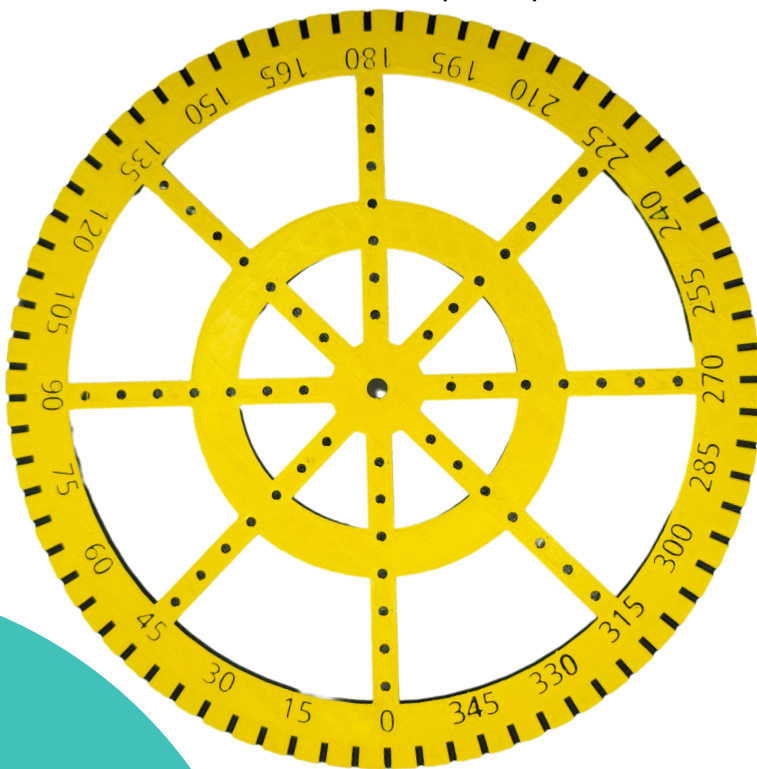


MF-B02 – Haste do suporte



MF-B03 – Apoio do disco

MF-D01 – Disco principal



MF-D02 – Anel central



MF-D03 – Gancho do anel central



MF-P01 – Corpo da polia deslizante

MF-P02 – Polia deslizante

MF-P03 – Porca de parada

MF-P04 – Parafuso de parada

