



# Manual de laboratório de impressão 3D: Dicas práticas e regras de segurança



## Índice

Introdução.....	3
Tipos de impressoras 3D.....	3
Componentes de uma impressora 3D.....	4
Eixos da impressora 3D: Como a impressora 3D se move para construir um objeto tridimensional.....	4
Filamento de impressão 3D: O material utilizado para imprimir um objeto 3D.....	5
Extrusor e saída a quente: Interligados.....	5
Diâmetro do bico: Compromisso entre precisão e velocidade de impressão.....	6
Cama de impressão: Colocar o item 3D em camadas.....	7
Ecrã de impressão: Interface homem-máquina.....	8
Configurar e utilizar a sua impressora 3D: Coisas importantes a considerar.....	8
1. Onde colocar a sua impressora 3D.....	8
2. Escolher o material de impressão 3D.....	8
3. Prestar formação adequada.....	8
4. Que ferramentas e materiais são necessários.....	9
5. Calibração: Nivelamento e altura do bocal.....	9
6. Definições de temperatura da cama de impressão e da saída quente.....	10
7. Material de suporte.....	11
8. Pós-processamento: O que acontece após de ser impresso o seu objeto 3D.	13
Regras de segurança.....	14
Referências.....	15

## Introdução

Através do Módulo STEM de 20 horas sobre Modelação 3D desenvolvido no contexto do projeto Numeric[All], aprendemos os conceitos básicos da Modelação 3D e como preparar o seu modelo 3D para ser impresso. No entanto, conhecer os requisitos e processos de segurança da impressão 3D é também essencial. Como tal, este **Manual de Laboratório** apresenta informações sobre as funções técnicas e a configuração das impressoras 3D para garantir o melhor resultado possível.

## Tipos de impressoras 3D

Existem muitos tipos de impressoras 3D que são utilizadas de acordo com o sector e a utilização pretendida. Nos materiais de formação do projeto Numeric[All] e, especificamente, neste manual, vamos centrar-nos na Modelagem por Deposição Fundida (FDM). A figura abaixo demonstra outros tipos de impressoras 3D e a sua utilização.

<p><b>Modelagem por Deposição Fundida (FDM)</b></p> <p>Cria o objeto fundindo e depositando o filamento camada a camada.</p> 	<p><b>Estereolitografia (SLA)</b></p> <p>Cria o objeto com um laser que solidifica a resina líquida de fotopolímero camada a camada.</p> 	<p><b>Sinterização por laser seletivo (SLS)</b></p> <p>Cria o objeto utilizando um laser de alta potência para fundir grãos de cerâmica, vidro ou plástico em camadas.</p> 
--	--	--

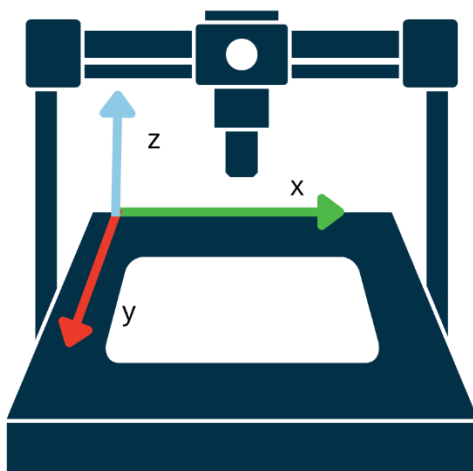
Figura 1. Resumo dos principais tipos de impressoras 3D

## Componentes de uma impressora 3D

Para poder detectar quaisquer discrepâncias na sua impressão 3D, é essencial conhecer os componentes mais importantes de uma impressora 3D. Existem muitos tipos de impressoras 3D, mas a impressora 3D FDM (Fused Deposition Modelling) é a mais utilizada, especialmente para principiantes. Os seguintes componentes são normalmente encontrados na maioria das impressoras 3D.

### Eixos da impressora 3D: Como a impressora 3D se move para construir um objeto tridimensional

À semelhança da modelação 3D, uma impressora 3D move-se num espaço tridimensional para criar um item. Como tal, os seus movimentos são efectuados dentro dos eixos x, y e z. Os eixos x e y movem-se dentro da esfera horizontal, enquanto o eixo z se move dentro da esfera vertical.






- eixo z é responsável pelos movimentos cima - baixo 
- eixo x é responsável pelos movimentos esquerda - direita 
- eixo y é responsável pelos movimentos frente - trás 

Figura 2. eixos x, y e z numa impressora 3D

## Filamento de impressão 3D: O material utilizado para imprimir um objeto 3D

Dependendo das suas necessidades, são utilizados muitos tipos diferentes de matérias-primas para imprimir objectos em 3D. O filamento 3D mais popular é o ácido poliláctico (PLA). Algumas das razões por detrás disto são o facto de não necessitar de temperaturas elevadas ou de uma base de impressão aquecida, o que minimiza o retração. Além disso, é barato, fácil de imprimir, está disponível em várias cores e tem muitas aplicações em diferentes domínios, como o fabrico e a criação de protótipos.

Se estiver interessado, segue-se uma lista completa de [Filamentos de impressão 3D, os seus prós e contras.](#)



### Extrusor e saída a quente: Interligados

Estas duas partes são normalmente designadas em conjunto por extrusor. Apesar de estarem interligadas, têm duas funções muito importantes. Por um lado, o extrusor é utilizado para passar o filamento da bobina para a saída quente. Por outro lado, a saída quente derrete o filamento e empurra-o através do bico, que se encontra na parte inferior da saída quente.

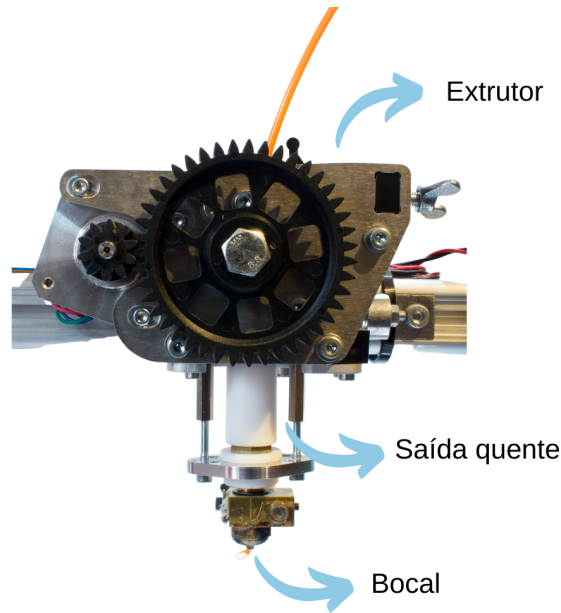


Figura 4. Extrutor, Saída e Bocal

### Diâmetro do bico: Compromisso entre precisão e velocidade de impressão

O bocal está ligado à sua saída quente e é responsável pela extrusão do filamento 3D. O diâmetro do bocal afecta principalmente a resolução do seu item 3D, que se baseia na altura da camada e na velocidade de impressão. A gama de diâmetros começa em 0,1 mm e vai até 1,0 mm, como mostra a figura abaixo. O diâmetro padrão utilizado nas impressoras 3D é de 0,4 mm, uma vez que equilibra a qualidade e a velocidade de impressão.

0.2mm 0.3mm 0.4mm 0.5mm 0.6mm 0.8mm 1.0mm



Figura 5. Gama de diâmetros dos bicos (Fonte: <https://top3dshop.com/blog/3d-printer-nozzle-guide>)

**Dica:** O valor da altura da camada deve ser, no máximo, 80% do diâmetro do bico. Por exemplo, 0,32 mm é a altura de camada máxima recomendada para um diâmetro de bocal de 0,4 mm.

### **Cama de impressão: Colocar o item 3D em camadas**

A cama de impressão de uma impressora 3D refere-se a uma superfície sólida e plana onde as camadas de plástico derretido formam o objeto 3D. Dependendo da sua impressora 3D, a superfície é estacionária ou move-se numa direção específica. A partir da primeira camada aplicada na base de impressão, pode ver se há algo de errado para evitar que o seu item se mova a meio da impressão.

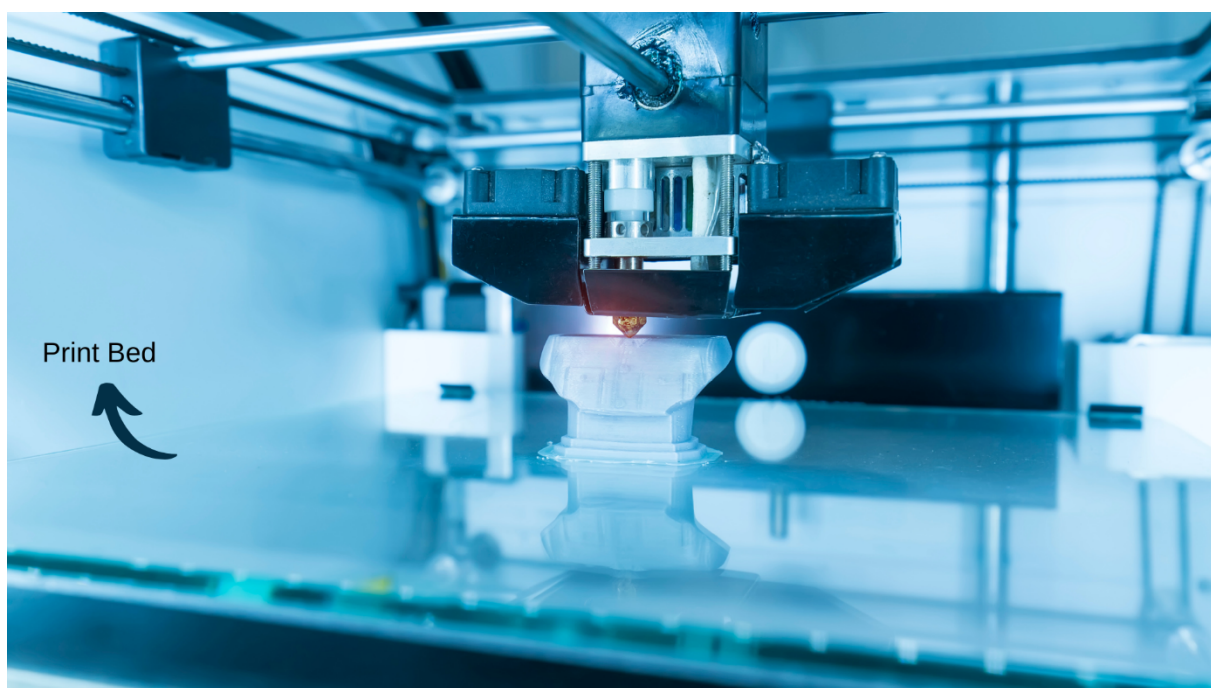


Figura 6. Cama de impressão de impressora 3D

Dois aspectos importantes a ter em conta:

- **O aquecimento da superfície de construção** para garantir a adesão e a deformação da primeira camada.
- **O material da placa de construção** para garantir o seu desempenho sob calor e a aderência do filamento à superfície.

## Ecrã de impressão: Interface homem-máquina

O ecrã de impressão permite aos utilizadores comunicar diretamente com a impressora 3D. Desta forma, é possível iniciar, pausar e parar a impressora e carregar os seus ficheiros 3D a partir de um dispositivo USB ou cartão SD. Tudo isto depende do firmware da sua impressora 3D.

Além disso, pode conter a fonte de alimentação, a placa-mãe, as portas USB e a conectividade Wi-Fi.

## Configurar e utilizar a sua impressora 3D: Coisas importantes a considerar

Nesta parte do Manual, vamos passar em revista alguns aspectos essenciais que deve ter em conta para garantir que pode tirar o máximo partido da sua impressora 3D.

### 1. Onde colocar a sua impressora 3D

Os três principais aspectos a ter em conta ao decidir onde colocar a impressora 3D são: ventilação, quem tem acesso à impressora e o seu ambiente. A localização ideal seria numa sala bem ventilada, em caso de fumos, que seja inacessível a animais de estimação e crianças para evitar ferimentos. O espaço à volta da impressora 3D deve estar livre e afastado de objectos inflamáveis. Outros factores a ter em conta são a localização da sala devido ao ruído produzido pela impressora e a existência de um espaço de armazenamento para os seus materiais. Em qualquer caso, não deixe a impressora 3D sem vigilância durante um longo período de tempo.

### 2. Escolher o material de impressão 3D

Como já mencionámos, o ácido poliláctico (PLA) é o filamento 3D mais popular devido à sua facilidade de utilização. Outras vantagens do PLA são o facto de ser biodegradável, inodoro e barato de comprar, o que o torna ideal para fins educativos.

### 3. Prestar formação adequada

Em muitos casos, sempre que um novo objeto tecnológico é comprado num estabelecimento de ensino, não é utilizado, a menos que haja formação adequada. A razão é que os educadores podem sentir-se desconfortáveis ao utilizar algo sobre o qual ainda não receberam formação e precisam de ajuda para compreender a sua aplicabilidade nas suas aulas. A formação é essencial para melhorar a utilização pedagógica e metodológica da impressão 3D na educação.



#### 4. Que ferramentas e materiais são necessários

Uma vez que a impressão 3D pode ser bastante confusa, existem algumas ferramentas e consumíveis que podem facilitar a manutenção da impressora e dos objectos 3D. Estes incluem:

- **Pen drives USB:** para transferir ficheiros 3D para a impressora em caso de conectividade limitada à Internet na sua instituição.
- **Alicate de corte e alicate de bocal fino:** para remover com segurança o material de suporte do seu objeto 3D de forma fácil e eficaz.
- **Espátula de artesanato:** para remover impressões de placas de construção com cola.

#### 5. Calibração: Nivelamento e altura do bocal

É possível detectar se algo está errado com a sua impressão 3D a partir da primeira camada que sai. Por vezes, isso deve-se ao facto de a base de impressão não estar nivelada.



Figura 7. Cama de impressão desnivelada

Poderá estar a perguntar-se como pode detectar uma base não nivelada. Lembre-se de considerar os três eixos (x, y, z) para garantir o sucesso da impressão 3D. Eis alguns sinais a que deve estar atento.

Poderá notar que:

- O filamento **não adere à placa de construção** em certas zonas.
- Filament **fica preso ao bocal** em alguns sítios.
- **A altura e a largura do filamento variam** ao longo da superfície de construção.
- **O espaço entre as linhas extrudidas varia** ao longo da placa de construção.

Fonte: Kivelä, 2022

Figura 8. Sinais de uma cama de impressão desnivelada

Algumas impressoras têm uma função de "auto-nivelamento", que ajusta automaticamente a base de impressão. No entanto, pode ser necessário ajustar manualmente os parafusos com outras impressoras para garantir que a base de impressão está na posição correcta. Outro aspeto importante é a distância entre o bocal e a base de impressão (ou seja, o eixo z).

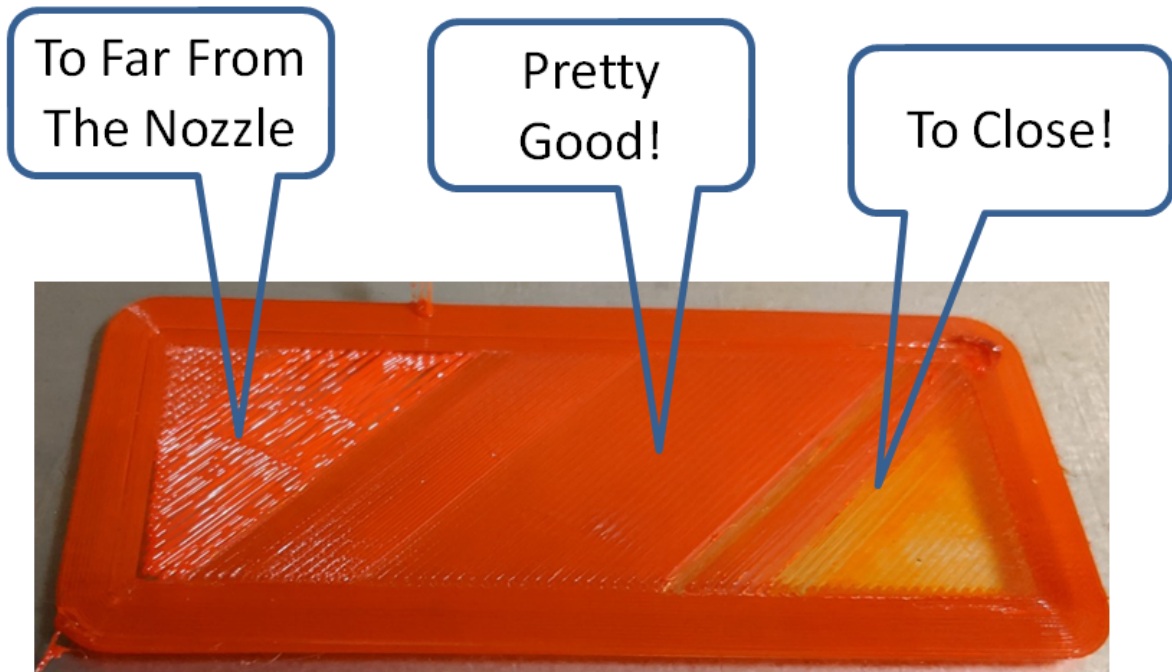


Figura 9. Exemplos de diferenças de altura do bocal no filamento extrudido.  
(Fonte: <https://3dnewb.com/3d-printing-first-layer-problems/>)

## 6. Definições de temperatura da cama de impressão e da saída quente

No que respeita à temperatura, há dois aspectos a ter em conta: a temperatura **1) da cama de impressão e 2) da extremidade quente**.

Dependendo do seu filamento, algumas temperaturas podem ser **demasiado quentes ou demasiado frias para a saída quente**. Não existe uma temperatura de impressão ideal exacta para o PLA, mas recomenda-se um intervalo entre 180 e 220 graus Celsius. Se as camadas não estiverem a aderir umas às outras, aumente a temperatura da saída quente. Tenha cuidado para não aumentar demasiado, uma vez que o resultado da impressão será macio e descaído. Considere aumentar e diminuir a temperatura pouco a pouco para encontrar a temperatura perfeita para o seu hot end.

Agora, a **temperatura da mesa de impressão** é outro componente crucial da impressão 3D. Embora o PLA não necessite de uma base aquecida, facilita a

impressão. À semelhança da extremidade quente, a temperatura perfeita para o PLA requer alguma experimentação. O intervalo recomendado é entre 55 e 70 graus Celsius. Alguns sinais de que a sua mesa de impressão não está à temperatura ideal são os seguintes:

- 1) as camadas não estão a aderir à base, o que significa que a base está demasiado fria, e
- 2) os lados da impressão estão a expandir-se e/ou a encolher, o que significa que a mesa está demasiado quente.

## 7. Material de suporte

Como vimos, a impressão 3D envolve a criação de camadas para criar um objeto 3D. Isto também significa que este processo aditivo requer suporte de uma camada para a outra. Se o modelo tiver uma mão excessiva e não for fornecido nenhum suporte, o modelo irá muito provavelmente colapsar. É aqui que o material de apoio é necessário para evitar este tipo de incidentes. Embora o material de apoio seja útil nestes casos, também pode ser um incómodo na fase de pós-processamento, em que é necessário remover estas estruturas.

Em alguns casos, o suporte não é necessário, mas existem algumas condições. Regra geral, o material de apoio é necessário quando um ângulo é superior a 45 graus. Na figura abaixo, pode ver as letras Y, H e T. Aqui, a letra Y tem braços que não ultrapassam os 45 graus na direção vertical. Por isso, o material de suporte não é necessário.

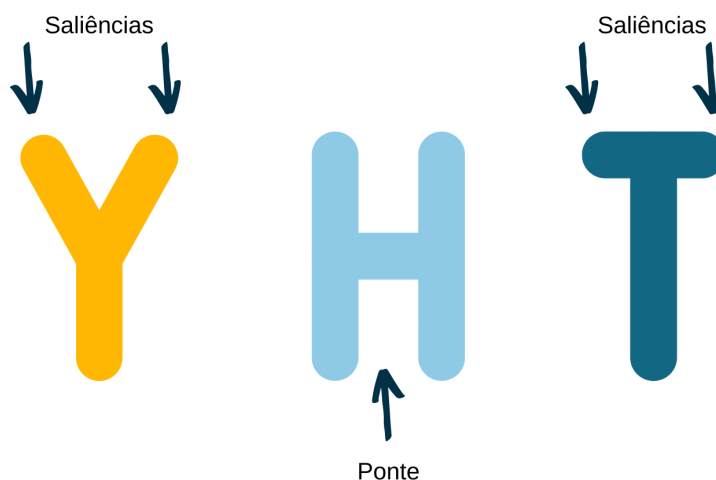


Figura 10. Exemplos de saliências e pontes utilizando as letras Y, H, T

No caso do H, que é uma ponte, se a distância for superior a 5 mm, é necessário um suporte. Se a ponte for inferior a 5 mm, não são necessárias estruturas de apoio.



Figura 11. Letras Y, H e T impressas com material de suporte (Fonte:

<https://www.hubs.com/knowledge-base/supports-3d-printing-technology-overview/>)

A figura acima mostra que a letra T foi impressa com material de suporte. A razão é que tem uma inclinação de 90 graus na vertical, o que significa que terá de imprimir estruturas de suporte. Caso contrário, o resultado será desagradável.



Figura 12. Letra T impressa com e sem material de suporte (Fonte:

<https://www.hubs.com/knowledge-base/supports-3d-printing-technology-overview/>)

## 8. Pós-processamento: O que acontece após de ser impresso o seu objeto 3D

Depois de ter finalmente impresso o seu primeiro objeto 3D, é altura de o preparar para ser utilizado. Dependendo da aplicação do seu objeto, são necessários diferentes passos.

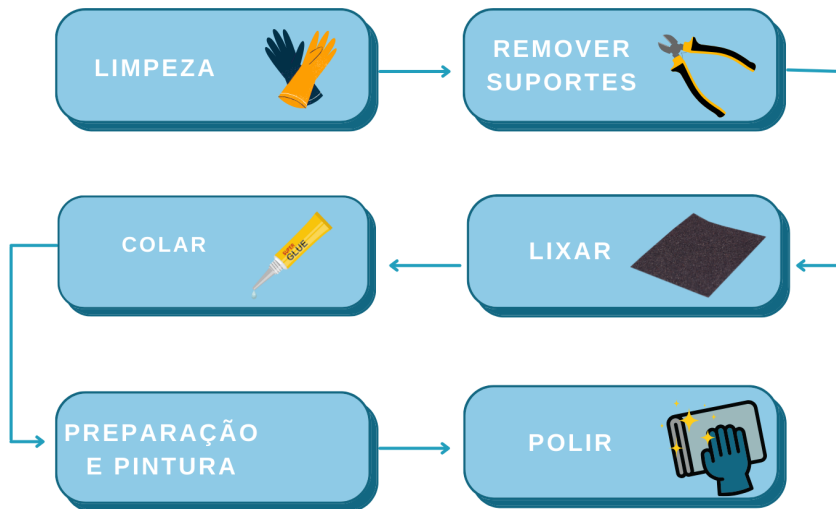
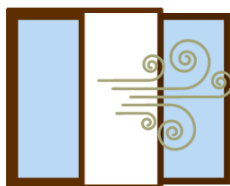


Figura 13. Passos de pós-processamento

- 1) Limpeza: seria melhor começar por fazer uma limpeza básica para ver quaisquer imperfeições no objeto.
- 2) Remoção de suportes: Se o objeto tiver estruturas de suporte, pode removê-las utilizando um alicate de corte e/ou um alicate de pontas, dependendo da delicadeza das estruturas. Tenha cuidado para não remover acidentalmente partes do núcleo do objeto.
- 3) Lixar: Depois disso, pode lixar, especialmente se notar que ficaram manchas na superfície, para tornar o objeto liso. Para as peças FDM, recomenda-se o lixamento em movimentos circulares para evitar estragar o aspeto do objeto.
- 4) Colagem: A utilização de super cola pode facilmente unir objectos impressos em PLA. A colagem é uma solução fácil se tiver imprimido o seu objeto em duas ou mais peças.
- 5) Preparação e pintura: Recomenda-se a utilização de uma camada de primário antes de começar a pintar o objeto 3D como camada de base.
- 6) Polimento: Estão disponíveis polidores de plástico para impressões 3D para tornar o objeto o mais liso possível. Tudo o que precisa é de um pano de microfibras e de um polidor de plástico.

## Regras de segurança



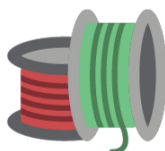
Manter a sala bem ventilada para evitar a inalação de fumos tóxicos ou nocivos.

Não tocar nas partes da impressora 3D, especialmente no extrusor ou na cama de impressão, quando esta estiver a imprimir.



Utilize óculos de proteção se quiser aproximar-se da impressora.

Comprar filamentos de baixa emissão. Procure a certificação de que a impressora 3D que está a comprar cumpre as normas de baixas emissões.



Manter a área circundante da impressora desimpedida e afastada de objectos inflamáveis.

Não deixe a impressora 3D sem vigilância durante um longo período de tempo.



Aqui pode encontrar uma lista das regras de segurança mais importantes a ter em conta ao armazenar e utilizar uma impressora 3D nas suas instalações, de modo a evitar lesões e riscos para a saúde.

## Referências

All3DP (2022). *Best 3D Printer Filament: The Main Types in 2023*.

<https://all3dp.com/1/3d-printer-filament-types-3d-printing-3d-filament/>

Carolo, L. (2022). *The Best 3D Printer Nozzle Types, Sizes & Materials*.

<https://all3dp.com/2/3d-printer-nozzle-size-material-what-to-know-which-to-buy/>

Chakravorty, D. (2021). *3D Printing Supports – The Ultimate Guide*.

<https://all3dp.com/1/3d-printing-support-structures/>

Flynt, J. (2021). *Where Should You Place Your 3D Printer?*

<https://3dinsider.com/where-to-place-your-3d-printer/>

Hubs (n.d.). *What are supports in 3D printing? When and why do you need them?*

<https://www.hubs.com/knowledge-base/supports-3d-printing-technology-overview/>

Gregurić, L. (2023). *10 Methods for 3D Printing Post-Processing (PLA & More)*.

<https://all3dp.com/2/fdm-3d-printing-post-processing-an-overview-for-beginners/>

Kivelä, L. (2022). *3D Printer Bed Leveling: Easy Step-by-Step Guide*.

<https://all3dp.com/2/3d-printer-bed-leveling-step-by-step-tutorial/>

Kondo, H. (2019). *3D Printer Support Material: Which One to Use for My Project?*

<https://all3dp.com/2/3d-printer-support-material-which-one-to-use-for-my-project/>

Sommer, E. (2023). *The Best PLA Bed & Print Temperature Settings*.

<https://all3dp.com/2/the-best-pla-print-temperature-how-to-achieve-it/>



Co-funded by  
the European Union

Numeric[All] é cofinanciado pelo Programa ERASMUS+ da União Europeia e é implementado de fevereiro de 2022 a fevereiro de 2024. Esta publicação reflecte as opiniões dos autores e a Comissão Europeia não pode ser responsabilizada por qualquer utilização que possa ser feita da informação nela contida.

Nº de Projecto: 2021-1-CY01-KA220-ADU-000035154



**mmaca**

Museu  
de Matemàtiques  
de Catalunya



Ludus