

Curso básico de

Impressão 3D

PET - Engenharia Mecânica

Horários

Horário	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
08:00 - 10:00	Palestra: Robótica	Arduino	LaTeX	Arduino	LaTeX
10:00 - 10:15	Intervalo				
10:15 - 12:15	Python	Impressão 3D	Palestra: Fluidos não newtonianos	Impressão 3D	Impressão 3D
12:15 - 13:45	Almoço				
13:45 - 15:45	Planilhas	Machine Learning	Planilhas	Machine Learning	Planilhas
15:45 - 16:00	Intervalo				
16:00 - 18:00	LaTeX	Solid Edge	Python	Solid Edge	Python

Cronograma do minicurso

Terça: Conceitos gerais sobre impressão 3D.

Quinta: Apresentação e prática do software de fatiamento.

Sexta: Prática de impressão.

Conceitos gerais sobre impressão 3D

O que é impressão 3D e noções de componente:

- Apresentação histórica da impressão 3D;
- Aplicabilidade nos dias atuais;
- Diferentes métodos de impressão.

Parâmetros base:

- Temperatura;
- Velocidade;
- Altura de camada.

Fatores da impressão:

- Qualidade;
- Preenchimento;
- tempo que leva;
- Gasto.

Materiais utilizados:

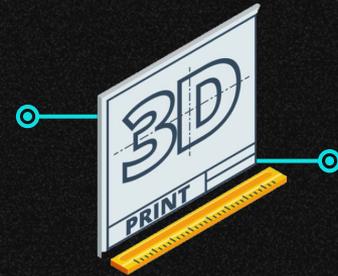
- Tipos;
- Características;
- Diferenças.

Defeitos de impressão:

- Filamento úmido;
- Sub-extrusão;
- Sobre-extrusão;
- Overhang
- Stringing;
- Falta de aderência da primeira camada.

Introdução

Criadas na década de 80;
Grande avanço na década de
90 junto aos softwares CAD;
Popularizadas por volta de
2009.



Funcionamento por
meio da manufatura
aditiva → Camada
após camada

Aplicações

Altamente presente na
indústria 4.0;
Prototipagem;
Medicina;
Peças personalizadas;



Métodos de impressão

Principais materiais usados: Plástico e resina.

Outros materiais: Metal, cerâmica, comida, papel e outros.

Tecnologias de impressão:

- FDM → Modelagem de Deposição Fundida
- SLS → Sinterização seletiva a laser
- MDLS → Sinterização seletiva a laser de Metal
- SLM → Derretimento seletivo a laser
- EBM → Fusão de feixe de elétrons
- SLA → Estereolitografia
- DPL → Processamento de Luz direta
- LOM → Fabricação de objetos laminados
- INKJET → Jato de tinta
- POLYJET



Descrição

SLS

Nessas tecnologias a impressão é dada pela fusão do material camada a camada, já na forma desejada através de uma fonte de calor que funde as partículas pó do material ou grãos. Diferentemente dos outros métodos de impressão.

SLM, MDLS e EBM são usados para fabricação com metais

SLM

MDLS

EBM

LOM

Produção de peças por colagem sequencial de folhas que podem ser cortadas com lâminas ou com laser.

Polyjet

Jateamento de fluido sobre o material

Inkjet

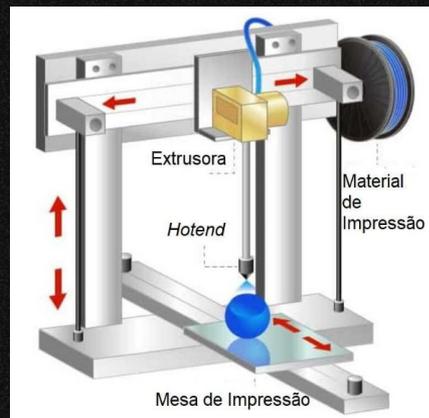
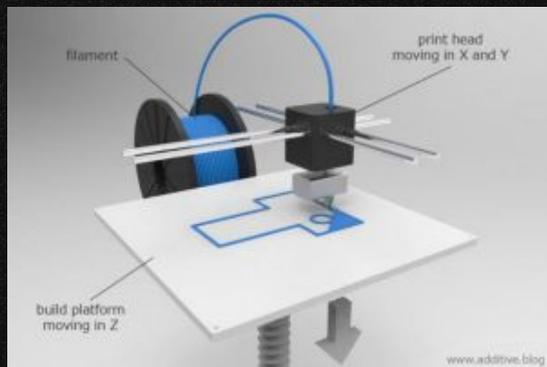
aglutinante que posteriormente

é curado por luz UV. A principal diferença se dá no fluido jateado: fotopolímero e tinta.

Principais tecnologias

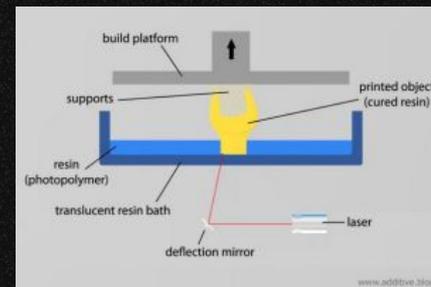
FDM

Neste processo o material, constituído por um filamento termoplástico é aquecido até ficar maleável e assim é depositado na mesa de impressão camada a camada.

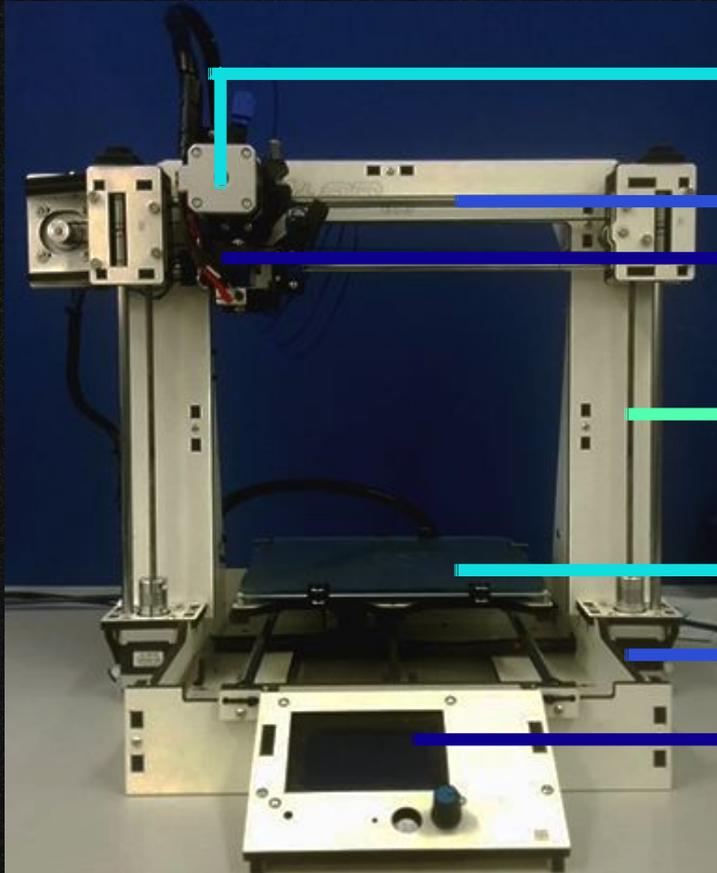


SLA e DPL

Já a impressão estereolitografia é feita com resina e utiliza um feixe de laser para a tecnologia SLA e luz UV para DPL que cure a resina camada por camada e assim seja formada o projeto, uma curiosidade a impressão ocorre de “cabeça pra baixo”



Principais peças



Extrusora

Eixo X

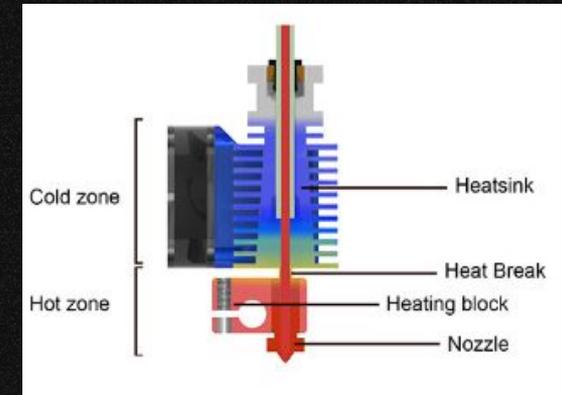
Hotend

Eixo Z

Mesa de impressão

Motor de passo

Painel de controle



Parâmetros base

Temperatura:

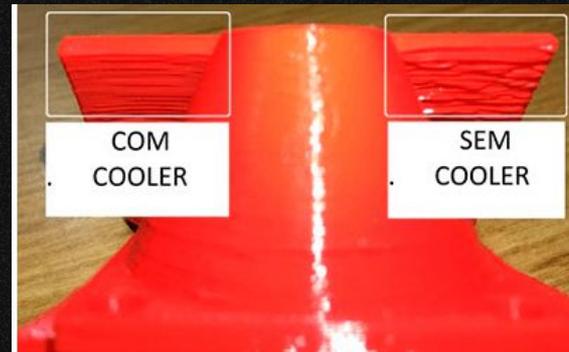
- **Bico** → Qualidade e continuidade de impressão.
- **Mesa** → Aderencia.
- **Cooler**

Altura de camada:

- Qualidade
- Tempo

Velocidade:

- Qualidade
- Tempo





Fatores de impressão

Qualidade:

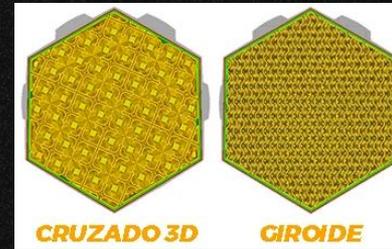
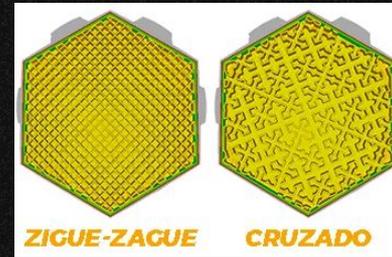
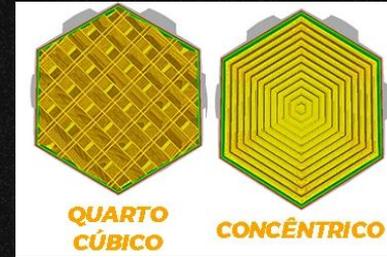
A qualidade final da peça se dá pela combinação da influência de todos os fatores, desde a condição do filamento ao último acabamento feito.

Fatores que mais afetam: Nivelamento, condição do filamento, altura de camada e velocidade.

Fatores de impressão

Preenchimento:

Geralmente objetos impressos em 3D não são completamente preenchidos, tendo espaços vazios no seu interior. O padrão de preenchimento e sua porcentagem são ditadas pelo usuário.



Fatores de impressão

Tempo de impressão:

O tempo que se leva para fabricar uma peça é altamente dependente do tamanho do modelo, percentual de preenchimento, **velocidade e altura da camada.**

Um dos principais fatores que pode estender o tempo de impressão de uma peça é o nível de qualidade.

Relação: **Tempo X Qualidade.**

Gastos:

Os principais gastos na impressão 3D [excluindo o preço da impressora] se dá pelos materiais e energia elétrica gasta.

Um rolo com **1 kg** de filamento custa em média **R\$ 110,00** podendo variar de acordo com o material

Materiais utilizados

Mais comuns:

- PLA
- PETG
- ABS
- Resina de fotopolimeros

Menos comuns:

- Metais
- Madeira
- Papéis

PLA → Plástico

biodegradável com origem em fontes naturais como amido de milho e cana de açúcar. Possui baixo ponto de fusão **180 °C**.

Fácil de imprimir

ABS → Plástico feito de

petróleo, suporta melhor temperaturas elevadas e tem seu ponto de fusão em torno de **220 °C**.

Não é tão simples imprimir, porém é de fácil acabamento.

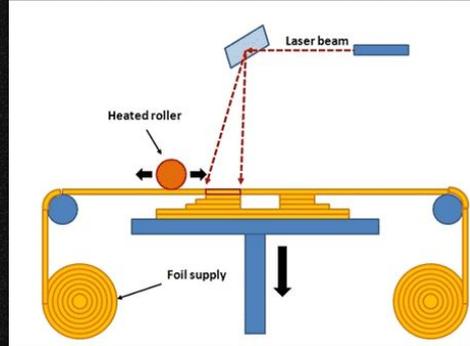


PETG → É um

copoliéster derivado do PET, porém conta com adição de glicol. Tem seu ponto de fusão a **240 °C**.

Complexo de imprimir se comparado ao PLA

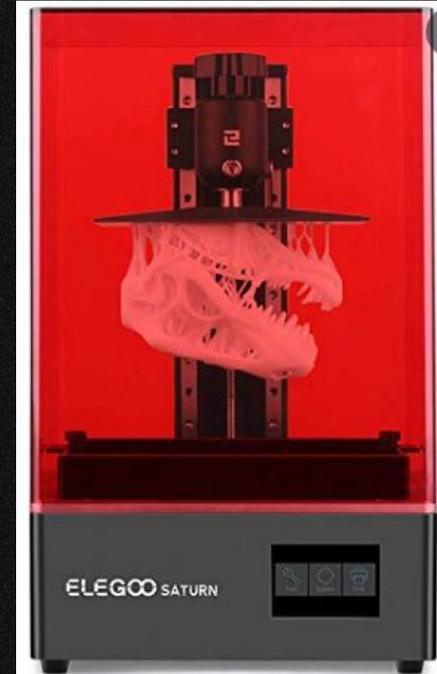
Papel



Metal



Resina



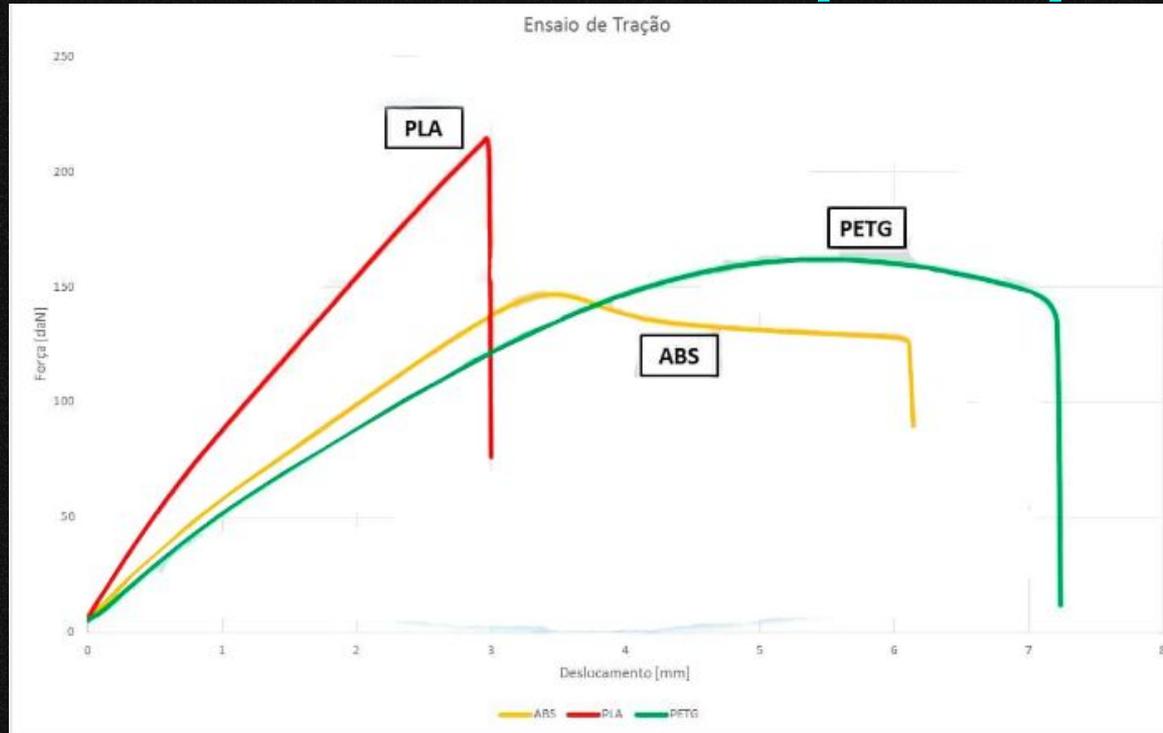
Impressão
com outros
materiais

WOOD



Materiais utilizados

Características dos principais:



Materiais utilizados

Características dos principais:

Propriedades	PLA	ABS Premium	PETG
Densidade	1,24 [g/cm ³]	1,04 [g/cm ³]	1,27 [g/cm ³]
Temp. Fusão	185 [°C]	220 [°C]	240 [°C]
Tg	60 [°C]	100 [°C]	85 [°C]
Tensão de Escoamento	66 [Mpa]	38 [Mpa]	51 [Mpa]
Resistencia a Flexão	130 [Mpa]	66 [Mpa]	72 [Mpa]
Modulo de Elasticidade	4350 [Mpa]	2200 [Mpa]	2120[Mpa]
Resultado ensaio de Tração segundo a Norma ASTM D 638 - Corpo de provas Impresso			
Propriedades	PLA	ABS Premium	PETG
Tensão de Escoamento	24,8 [Mpa]	14,7[Mpa]	18,6 [Mpa]
Modulo de Elasticidade	1896,0 [Mpa]	1335,9 [Mpa]	1067,9 [Mpa]
Tensão de Ruptura	46 [Mpa]	29 [Mpa]	32,6 [Mpa]
Alongamento	3,69 [%]	7,08 [%]	7,74 [%]
Resultado ensaio de Dureza segundo a Norma ASTM D 2240 - Corpo de provas Impresso			
Dureza Shore D	85 [Shore D]	74 [Shore D]	75 [Shore D]
Resultado ensaio HTD segundo a Norma ISO 75 - Corpo de provas Impresso			
Temperatura HDT	55,11°C	86,13°C	67,3 °C

Materiais utilizados

Uso dos principais:

PLA

- fácil de imprimir e pode ser usado em qualquer impressora, seja aberta ou fechada, com ou sem mesa aquecida;
- boa aderência na mesa de impressão;
- elevada dureza superficial;
- alta qualidade visual na impressão;
- peças com brilho;
- ótima adesão entre camadas.

PETG

- alta resistência ao desgaste;
- alta resistência a corrosão e agentes oxidantes;
- alta firmeza ante impacto;
- pode ser usado em impressoras abertas, como o PLA;
- baixa deformação durante a impressão;
- ausência de odor forte;
- boa resistência térmica

ABS

- Boa resistência ao impacto;
- Resistência à tração e abrasão;
- Bom acabamento;
- Boa resistência térmica;
- Tóxico;
- Barato;

Defeitos de impressão

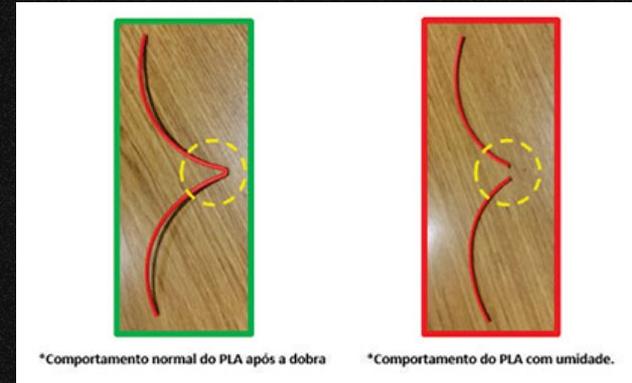


20

Principais defeitos: **Consequências:**
Dificuldade de impressão devido ao filamento ficar quebradiço;
Péssima qualidade da peça;
Dificuldades de adesão.

Filamento úmido:

Os filamentos de impressão são materiais higroscópicos. Afeta diretamente a qualidade.

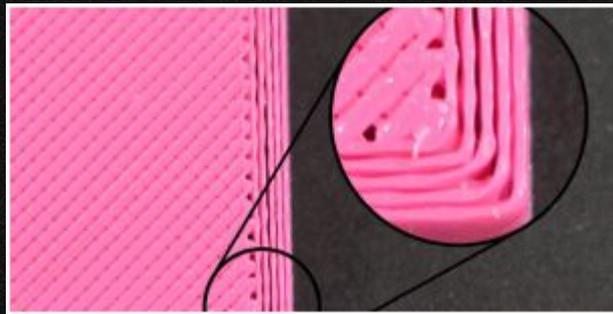


Defeitos de impressão

Principais defeitos:

Sub-extrusão:

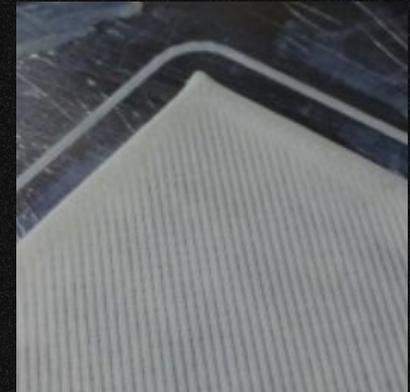
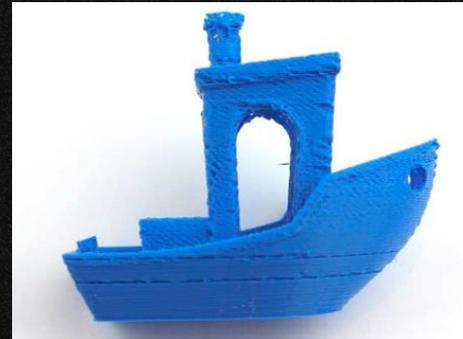
Ocorre quando a quantidade de material depositada é menor do que o necessário, gerando lacunas que prejudicam a estrutura e a estética da peça



Causas:

Os fatores que geram maior impacto sobre a sub extrusão são:

- Velocidade
- Temperatura
- Fluxo

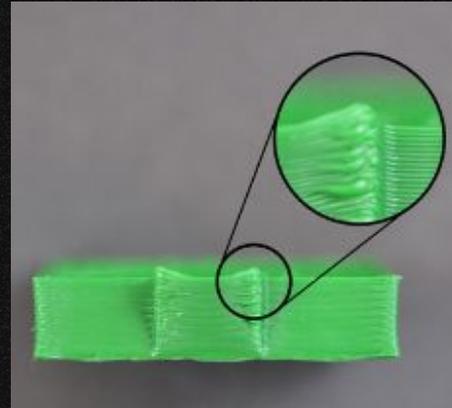


Defeitos de impressão

Principais defeitos:

Sobre extrusão:

De maneira antagônica a sub extrusão, a sobre extrusão se dá quando é depositado mais material do que o necessário, gerando rachaduras e excesso nas bordas.



É afetado pelos mesmo parâmetros que a sub extrusão:

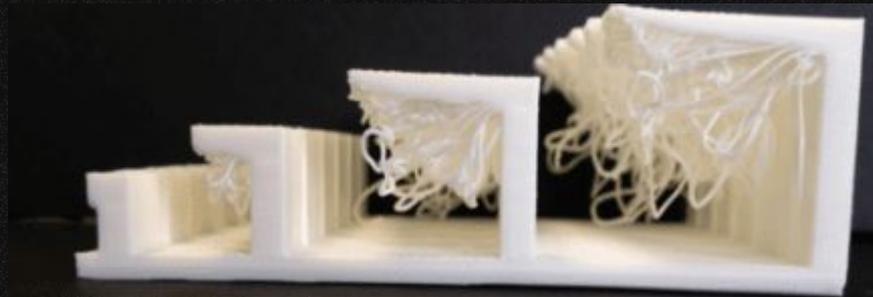
- Velocidade
- Fluxo
- Temperatura

Defeitos de impressão

Principais defeitos:

Overhang:

Ocorre quando a impressão acontece sem apoio da camada de baixo, é um dos erros de impressão mais recorrentes. Ao tentar imprimir peças com ângulos superiores a 45° sem o uso de suportes, o material é depositado no “ar” sem o suporte da camada inferior.



Pode ser solucionado facilmente usando suportes ou mudando a orientação com a qual a peça será impressa.

Defeitos de impressão

Principais defeitos:

Stringing:

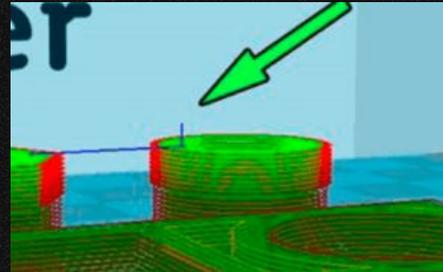
Ocorre quando há a deposição de material no durante a movimentação do bico. Assim como overhang é um erro bastante **comum** nas impressões 3D.



Fatores de influência:

- Temperatura
- Velocidade
- Retração

As regiões de formação de string podem ser observadas antecipadamente no fatiador, identificadas pela linha **azul**.



Consequências:

Vai gerar a necessidade de acabamento pós-impressão, reduzindo a qualidade.

Defeitos de impressão

Principais defeitos:

Não adesão da primeira camada:

Ocorre quando a primeira camada de material não se fixa bem na mesa de impressão, o que pode impossibilitar totalmente a fabricação da peça.



Causas:

Nivelamento da mesa;
Altura do bico;
Não uso de adesivos de aderência;
Sujeira na mesa de impressão.

Dúvidas ?

Sugestões ?