



EXERCÍCIOS

Impressão 3D de modelos virtuais: tecnologias de impressão, materiais e propriedades

Prof. Dr. Carlos E Francci

- Vídeo 01

- Origem da tecnologia CAD/CAM

1) Quais os passos fundamentais da tecnologia CAD/CAM?

Resposta: A tecnologia consiste na execução de três passos:

- (1) aquisição dos dados do trabalho a ser realizado;
- (2) *CAD (Computer-Aided Design - Desenho assistido por computador)*: processamento dos dados obtidos e planejamento do sólido; e
- (3) *CAM (Computer-Aided Manufacturing - Manufatura assistida por computador)*: confecção do sólido planejado.

2) A impressão 3D faz parte de qual passo básico da tecnologia CAD/CAM?

Resposta: A impressão 3D faz parte do terceiro e último passo, da manufatura do sólido planejado, juntamente com a fresagem.

3) Qual é a diferença básica entre impressão 3D e fresagem?

Resposta: A impressão 3D é uma técnica aditiva, enquanto a fresagem é uma técnica subtrativa.

4) Quais as vantagens e desvantagens da impressão 3D frente a fresagem?

Resposta:

Vantagens

- a) confecção de estruturas geométricas mais complexas
- b) ausência de desperdício

Desvantagens

- a) alto custo de confecção

b) necessidade de tratamentos pós-processamento (lavagem em álcool para remover monômeros residuais e câmara de luz para complementação da fotopolimerização)

5) Quais as partes básicas de uma impressora de luz fotopolimerizável (SLA e DLP)?

Resposta:

a) Base: onde fica a fonte de luz UV

b) Tanque: que fica logo acima da base, onde fica a resina fluida a ser polimerizada. Recebe luz UV por baixo, o que permite a impressão por camadas.

c) Plataforma de construção: Onde fica fixado o sólido durante a impressão 3D. Quando do início do processo de impressão 3D, está mergulhada na resina líquida, quase em contato com o fundo do tanque. A cada finalização de exposição de luz UV, a plataforma se movimenta para cima, permitindo a polimerização de mais uma camada.

6) Qual a principal diferença entre uma impressora SLA e uma DLP?

Resposta: a fonte de luz UV, que no caso da SLA é um laser e no caso da DLP é luz projetada de uma tela.

- **Vídeo 02**
- **Tipos de impressão**
- **Arquivos**
- **Qualidade**

1) Qual a melhor impressão 3D, quando temos camadas mais espessas ou mais finas? Porque?

Resposta: Melhor será a qualidade da impressão 3D se utilizarmos a menor espessura para cada camada fotopolimerizada. Daí a analogia ao bolo de confeitaria, onde a melhor impressão 3D está reacionada ao bolo com mais camadas aplicadas.

2) Qual tecnologia (SLA ou DLP) tem maior velocidade de impressão? Por que?

Resposta: as impressoras DLP, por ser a fonte de luz uma tela de projeção, onde a luz UV é exposta de uma vez única por cada camada de impressão, tem uma velocidade de impressão mais rápida.

3) Qual tecnologia (SLA ou DLP) tem maior precisão e lisura de impressão? Por que?

Resposta: A SLA é mais refinada, precisa, pois a fonte laser UV caminha sob a base translúcida do tanque de resina fluida de forma contínua, com linhas

arredondadas, dando uma textura de superfície para o sólido mais refinada. Já a tela de projeção nas DLP reflete a luz UV na forma de voxels quadrados, dando uma superfície mais irregular para a impressão 3D do sólido.

4) Quais os vários significados da extensão .stl?

Resposta: A extensão “.stl” foi criada a partir de algumas letras da palavra *STereoLithography* (estereolitografia) – no entanto, com o passar dos anos acabou sendo atribuído a esse termo diferentes significados, como por exemplo “Standard Triangle Language” (Linguagem Padrão do Triângulo) ou mesmo “Standard Tessellation Language” (Linguagem de Tesselação Padrão).

5) No que consiste a criação de um arquivo .stl?

Resposta: A criação de um arquivo STL consiste em converter sua casca externa em uma infinidade de triângulos para tornar o arquivo possível de ser impresso. A escolha dos triângulos se dá pelo fato de ser a figura geométrica mais próxima de um vetor. O triângulo possui intensidade, direção e sentido, propriedades fundamentais para a impressão 3D.

6) No quê difere um arquivo STL de um PLY?

Resposta: O PLY (Polygon), que tem como característica gerar imagens coloridas, pois captura cor no formato RGB, com capacidade de apresentar maior ou menor translucidez em suas unidades estruturais. Já o STL gera imagens branco e preto, com unidades estruturais opacas. Ambos, STL e PLY apresentam a mesma precisão, mas o PLY tem menos bites, assim permite processamentos mais rápidos, o que é uma grande vantagem.

7) Por que as impressoras 3D precisam de um software “fatiador”, não imprimem direto de um arquivo PLY ou STL?

Resposta: Os arquivos STL ou PLY precisam ser transformados em arquivos 2D, na forma de “fatias” para que ocorra a impressão 3D. O software “fatiador” converte modelos 3D em instruções para a sua impressora criar um objeto, ou seja, converte em GCode. O fatiador, como o próprio nome sugere, corta o seu arquivo STL em centenas (às vezes milhares) de camadas horizontais planas. Ele então calcula a quantidade de material que sua impressora precisará para imprimir e quanto tempo levará para fazê-lo. Todas essas informações são agrupadas em um arquivo GCode, o idioma nativo de uma impressora 3D.

8) Quais os fatores que influenciam a qualidade de um modelo impresso?

Resposta: Quanto a qualidade de um modelo impresso, vários fatores podem influenciar, mas um dos mais importantes é a qualidade da tecelagem da malha de um arquivo STL. Os bordos deste arquivo devem estar refinados para não criar deformações na malha, bem como esta malha, quanto maior a quantidade

de triângulos por unidade de área de superfície, maior a qualidade da superfície do modelo impresso.

- **Vídeo 03**
 - **Composição**
 - **Aplicabilidade**

1) Qual a composição básica das resinas fluidas fotoreativas para impressão 3D?

Resposta: A composição básica das resinas fluidas fotoreativas para impressão 3D é:

- (a) – Monômeros ou oligômeros
- (b) – fotoiniciador sensível à luz UV (óxidos de fosfina – TPO – BAPO)
- (c) – inibidor de polimerização (hidroquinona)
- (d) - Pigmentos

2) Dê 4 exemplos de aplicabilidade de impressão 3D na odontologia:

(a) – Cirurgias de implantodontia e periodontia guiadas (Fluxo digital desde Modelagem digital dos arcos dentários, tomografia computadorizada, utilizados para o planejamento digital das cirurgias em clínica ou em centros de planejamento (dental planning centers), onde são criadas guias cirúrgicas impressas;

(b) – Implantes fabricados por Impressão 3D (Direct Metal Laser Sintering – DMLS) e enxertos ósseos de hidroxiapatita obtidos por Impressão 3D, customizados aos defeitos ósseos diagnosticados por tomografia computadorizada e desenhados e impressos nos centros de planejamento;

(c) – Alinhadores ortodônticos fabricados por Impressão 3D, que são constituídos de uma sequência de moldeiras customizadas para cada paciente que direcionam movimentação ortodôntica (ex. Invisaligh®);

(d) – Placas de orientação de preparo dental para facetas dentais cerâmicas (ex. Firstfit®);

(e) – Em laboratórios de prótese, as impressoras 3D podem ser utilizadas em diversas atividades do laboratório, desde impressão de padrões de fundição para a técnica de injeção de liga metálica ou de cerâmica, confecção de coroas provisórias ou permanentes, próteses fixas provisórias, próteses totais e placas de miorelaxamento. Recentemente um fabricante disponibilizou resinas fluidas flexíveis, que podem ser utilizadas para confecção de guias de “mock up”, conhecida como guias de teste para mostrar para o paciente como poderá ficar uma nova anatomia do sorriso com laminados.