



Agrupamento de Escolas de Pinhel

Curso Profissional Técnico de Multimédia

2018/2021

Lithophane E Modelação 3D

Prova de Aptidão Profissional

Aluno: Alexandre Miguel Lopes Pinto

Número: a7075

Co-financiado por:



UNIÃO EUROPEIA
Fundo Social Europeu



Agrupamento de Escolas de Pinhel

Curso Profissional Técnico de Multimédia

2018/2021



Lithophane E Modelação 3D

Prova de Aptidão Profissional

Aluno: Alexandre Miguel Lopes Pinto

Número: a7075

Diretor de Turma: António Marques

Coordenadora do Curso: Ana Lourenço

Cofinanciado por:



Agradecimentos

Agradeço à minha família e amigos por me acompanharem durante estes últimos três anos de curso que foram essenciais na minha vida.

Resumo

Esta Prova de Aptidão Profissional tem como principal objetivo demonstrar o meu gosto pela Cidade de Pinhel, Cidade Falcão e pela impressão 3D.

Nesse sentido, transformei fotografias de locais/pontos turísticos da cidade de Pinhel, utilizando a técnica Lithophane, em impressão 3D.

Palavras-chave

Lithophane, Modelação 3D, Impressão 3D, Cidade de Pinhel.

Índice

Capítulo I – Introdução	1
1.1. Introdução	2
1.2. Escolha do Projeto	3
Capítulo II – Enquadramento Teórico	4
2.1. Modelação 3D	5
2.2. Lithophane	6
2.3. Monumentos da cidade de Pinhel.....	7
2.3.1. Castelos de Pinhel	8
2.3.2. Pelourinho de Pinhel	9
2.3.3. Igreja de Santa Maria do Castelo.....	10
2.3.4. Convento de Santo António (ou Convento dos Frades)	11
2.3.5. Paço Episcopal de Pinhel.....	12
2.3.6. Monumento aos mortos da Grande Guerra	14
2.3.7. Igreja de São Luís	15
Capítulo III – Impressão 3D	16
3.1. O que é impressão 3D	17
3.2. História da Impressão 3D	18
3.3. Como funciona a impressão 3D	20
3.4. Tipos de impressão 3D.....	21
3.4.1. Fabricação com Filamento Fundido (FDM ou FFF);	21
3.4.2. Estereolitografia (SLA);	22
3.4.3. Processamento de Luz Direta (DLP);	23
3.4.4. Sinterização Seletiva a Laser (SLS);	24
3.4.5. Sinterização Direta a Laser de Metal (MDLS);	24
3.4.6. Derretimento Seletivo a Laser (SLM);	25
3.4.7. Fusão de feixe de elétrons (EBM);	26
3.4.8. Fabricação de Objetos Laminados (LOM);	27

3.4.9. Jato de tinta (Inkjet);.....	28
3.4.10. Polyjet.....	29
3.5. Quanto custa uma impressão 3D	30
3.6. Quanto tempo demora para imprimir em 3D.....	31
3.7. Tipos de Filamentos para Impressoras 3D.....	33
3.7.1. PLA.....	34
3.7.2. ABS.....	36
3.4.3. PETG (PET, PETT).....	38
3.4.4. TPE, TPU, TPC (Flexíveis).....	40
3.4.5. Nylon.....	42
3.4.6. PC (policarbonato).....	44
Capítulo IV – Explicação do Software/Hardware Utilizado	46
4.1. Ultimaker Cura.....	47
4.2. 3dprocks.....	48
4.3. Impressora 3D BLOCKS one MKII	49
4.4. Filamentos.....	50
Capítulo V – Implementação prática	51
5.1. Realização do Lithophane	52
5.2. Resultados obtidos	56
Capítulo VI – Conclusões	57
6.1. Análise Crítica	58
6.2. Conclusão.....	59
Webgrafia	60

Índice de Figuras

Figura 1- Imagem imprimida em 3D com efeito de lithophane.....	6
Figura 2-Castelos de Pinhel.....	8
Figura 3-Pelourinho de Pinhel.....	9
Figura 4-Igreja se Santa Maria do Castelo	10
Figura 5-Convento de Santo António.....	11
Figura 6-Paço Episcopal de Pinhel	13
Figura 7-Monumento aos mortos da Grande Guerra.....	14
Figura 8-Igreja de São Luís	15
Figura 9- Primeira impressora 3D SLA – 1 (Fonte: Sculpteo)	18
Figura 10 Impressoras 3D desktop da Wishbox.....	19
Figura 11- Impressão de uma peça 3D	20
Figura 12- Impressora 3D Ultimaker.....	31
Figura 13-Filamentos	35
Figura 14-Legos.....	37
Figura 15-Peças impressas em PETG.....	39
Figura 16- Sapatos imprimidos com material TPC.....	41
Figura 17-Peças imprimidas em Nylon.....	43
Figura 18-Capacete imprimido em Policabornato	45
Figura 19 – Alexandre a trabalhar no website 3dprocks	48
Figura 20-Filamento	50
Figura 21-Filamento	50
Figura 22-Primeira tentativa a fazer uma peça lithophane.	56
Figura 23- Convento de Santo António.....	56
Figura 24-lithophane do Convento de Santo António	56
Figura 25-Um dos castelos de pinhel.....	56
Figura 26-Lithophane de um dos castelos de Pinhel	56

Capítulo I – Introdução

1.1. Introdução

Num curso profissional, como em todos os cursos, mostrar o que sabemos, é fundamental e foi com base nesta ideia que eu abracei a minha Prova de Aptidão Profissional. Contudo, a nível pessoal, era fundamental que a minha prova não envolvesse apenas caneta e papel e se tornasse em algo apenas teórico, mas sim em algo que, do início ao fim, fosse um projeto prático, ao qual me iria dedicar desde a criação da ideia até à defesa perante um júri.

O meu objetivo principal passou por colocar as fotografias de alguns pontos turísticos de Pinhel impressas em 3D pelo processo Lithophane. É sem dúvida uma cidade pequena em dimensão, mas muito bonita e carregada de história.

Pessoalmente, considero que o resultado está de acordo com as expectativas. Foi necessário investir muito neste projeto, mas é com bastante agrado que verifico que consegui desenvolvê-lo de uma maneira que era impensável há três anos atrás. Ele é bem demonstrativo das competências que adquiri ao longo do curso e das inúmeras ferramentas que já consigo dominar na área da multimédia.

1.2. Escolha do Projeto

Uma Prova de Aptidão Profissional (PAP) deve ser uma maneira de relacionar os conteúdos que foram abordados ao longo dos três anos de curso. Eu pretendi inovar e criar uma nova ligação entre a escola e a comunidade.

Quando estava a pensar no que iria realizar como PAP surgiu a ideia de dar a conhecer a Cidade de Pinhel através do processo Lithophane e criar algumas peças convertendo algumas fotografias de monumentos de Pinhel em 3D.

Capítulo II – Enquadramento Teórico

2.1. Modelação 3D

A modelação 3D é o processo de desenvolvimento de uma representação matemática de qualquer superfície tridimensional de um objeto (seja inanimado ou vivo), através de software especializado. O produto é chamado de modelo tridimensional.

É basicamente a criação de formas, objetos, personagens, cenários. Para elaboração são utilizados softwares direcionados para este tipo de tarefa. Existem diversos softwares profissionais na área. Atualmente os programas mais utilizados são: Blender, Autodesk Maya, 3ds Max, Cinema 4D, ZBrush, SketchUp, entre outros.

A modelação em três dimensões conta com uma enorme variedade de ferramentas genéricas, permitindo uma comunicação mais fácil entre dois programas diferentes e utilizadores iguais, são as mais conhecidas: técnica por polígonos, técnica por vértices e técnica por limites. Todas elas são realizadas através da criação de uma malha complexa de segmentos que dão forma ao objeto. Há muito tempo começaram a surgir filmes em 3D, que ao utilizar óculos especiais, permitia que o público visse filmes inteiros com imagens que praticamente saiam do ecrã do cinema. Hoje em dia o espetáculo é mais sofisticado e mais seguro. Pois antigamente, os filmes em 3D podiam provocar dor de cabeça e outros sintomas, que fizeram o 3D parar por alguns anos. A arte 3D é feita da seguinte forma: é produzida a figura e, logo depois, é criada uma cópia avermelhada que, colocando uns óculos especiais, é possível ver a figura em 3D. O tridimensionalismo é usado também para criar livros, como no caso do Guinness Book 2009, o livro dos recordes, que vinha acompanhado de óculos especiais, para ver algumas figuras do livro com o efeito tridimensional, que aparece no cinema. Nos livros, pode não ser tão perfeito como nos cinemas, mas também é bastante real.

2.2. Lithophane

O lithophane é a arte de realizar trabalhos em 3D combinados com a luz, para juntos produzirem um objeto com diferentes tonalidades quando a claridade o atravessa. Por outras palavras, consiste em criar uma peça 3D a partir de uma foto ou imagem 2D. Imprimindo de forma mais espessa as áreas mais escuras da foto e as áreas mais claras sendo impressas mais finas, de forma que a luz a atravesse com mais facilidade.

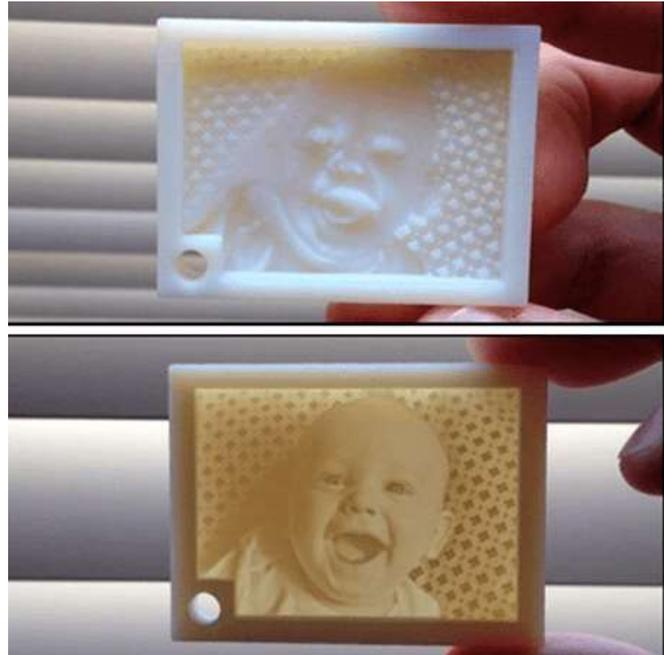


Figura 1- Imagem imprimida em 3D com efeito de lithophane

Simplificadamente, é uma impressão 3D de uma foto que usa a espessura da impressão para mostrar vários tons quando iluminada por trás.

Apesar de não ser uma tarefa muito difícil de realizar, também não é algo trivial, pois há muitas maneiras diferentes de fazer. Se fizer o lithophane corretamente, os resultados são fenomenais.

2.3. Monumentos da cidade de Pinhel

Ao longo deste ponto estão descritos os principais pontos turísticos da Cidade de Pinhel. Para cada ponto turístico é feito um enquadramento histórico e são apresentadas algumas fotografias do local.

2.3.1. Castelos de Pinhel

A época da Reconquista cristã da Península Ibérica, com a confirmação da nacionalidade portuguesa, D. Afonso Henriques (1112-1185) prosseguiu ao repovoamento e reforço das defesas de Pinhel. O seu sucessor, D. Sancho I (1185-1211) deu seguimento a essa tarefa, concedendo Carta de Foral a Pinhel, de quando data o início da construção do castelo medieval, findado sob o reinado de D. Afonso II (1211-1223), que lhe passou novo foral em 1217. O castelo foi ampliado, adquirindo em 1282 o principal de suas atuais feições, com seis torres e cerca envolvendo a antiga vila.

No contexto da Guerra da Restauração, na segunda metade do século XVII, as defesas do castelo foram modernizadas. Pinhel constituiu-se, à época, no centro da defesa da região dirigindo as fortificações da Ribeira de Massueime, o Castelo de Alverca, as defesas da Atalaia, do Bogalhal, de Cidadelhe, de Póvoa de El-Rei, de Castro das Gouveias, além das atalaias do Carvalhal e da Granja.

A 25 de Agosto de 1770, durante o reinado de D. José I (1750-1777), Pinhel foi elevada a cidade.

E, por sua vez o castelo foi classificado como Monumento Nacional em meados do século XX, por decreto publicado a 2 de maio de 1950.



Figura 2-Castelos de Pinhel

2.3.2. Pelourinho de Pinhel

O Pelourinho situa-se no centro da Praça Sacadura Cabral, em Pinhel. Representa a autonomia judicial do concelho, sendo classificado como Monumento Nacional pelo IGESPAR desde 1910. Este é um dos símbolos mais importantes da cidade.



Figura 3-Pelourinho de Pinhel

2.3.3. Igreja de Santa Maria do Castelo

A Igreja de Santa Maria do Castelo localiza-se no Largo de Santa Maria, na cidade de Pinhel, muito perto do castelo.

A sua construção remonta à 1ª metade do séc. XIV, segundo a tradição sobre uma capela dedicada a Santa Bárbara, em 1316 o abade de Salzedas convoca os bens do mosteiro na cerca da vila a Bartolomeu Durães, sendo uma das propriedades confinante com o testamento de Santa Maria do Castelo.

No Séc. XV teve lugar à execução da imagem das Santas Mães, atribuído a Diogo Pires, o Velho e no séc. XVI foi feito o nicho arquitetónico que alberga a imagem das Santas Mães.

Em 1770, a 4 março foi feito o pedido da criação da diocese de Pinhel, abrangendo o arciprestado de Pinhel, Trancoso e Castelo Mendo, desmembrados do bispado de Viseu e em 1929 o culto passa para a Igreja de São Luís e no séc. XX, mais concretamente na década de 80 houve a construção do altar-mor em granito e respetivo patamar de elevação.



Figura 4-Igreja de Santa Maria do Castelo

2.3.4. Convento de Santo António (ou Convento dos Frades)

Este foi fundado em 1727 por D. João V, o convento de Santo António de Pinhel começou a ser construído a 16 de dezembro de 1731, dia em que Francisco Fagundo Lopes, Arcediago de Vila Nova de Cerveira, lançou a primeira pedra. Um século mais tarde a Lei de Extinção das Ordens Religiosas ditou o encerramento do convento.

Foi depois adquirido por António Sequeira de Seixas, que doou a igreja à Santa Casa da Misericórdia de Pinhel.

Já no início do século XX, todo o conjunto foi objeto de um violento incêndio, que destruiu grande parte das dependências conventuais. Estas, viriam a ser intervencionadas tal como a igreja, a partir de 1983, num projeto de recuperação assinado pelo arquiteto José Duarte Madeira.



Figura 5-Convento de Santo António

2.3.5. Paço Episcopal de Pinhel

Atualmente, o nome que lhe é dado é Casa da Cultura, mas a construção do antigo Paço Episcopal remonta os finais do século XVIII.

Foi começada durante o bispado de D. José António Pinto de Mendonça Arrais (1782/1797). Com a extinção da Diocese de Pinhel, em 1882, o edifício foi adquirido pela Câmara Municipal de Pinhel que o destinou a funções diferentes das originais.

Em 1888 é aqui instalado o Regimento de Infantaria 24 que ocuparia todo o edifício e respetiva cerca até à extinção do quartel militar em Pinhel, nos anos 30 do século XX. Depois disso, o edifício foi parcialmente ocupado por diferentes serviços públicos, como a Biblioteca, o quartel da GNR e o posto da PSP.

Neste período, primeira metade do século XX, terão sido destruídas as salas de estudo, os quartos dos seminaristas, a capela privada, o jardim e o chafariz que era abastecido por captações de água proveniente das minas com origem no atual Parque Municipal da Trincheira.

No início da segunda metade do século XX, o edifício é também ocupado com o Colégio da Beira e, anos mais tarde, com o Liceu, escola técnica e escola preparatória que ali funcionaram até meados da década de 80 do século passado.

Depois da transferência das escolas para a parte nova da cidade, a Câmara Municipal de Pinhel cede o imóvel ao Instituto de Apoio Sócio-Educativo, que o sujeita a grandes obras de engenharia e de arquitetura com vista à instalação de uma Residência de Estudantes. Com a extinção desta função “residencial” o imóvel volta a ser propriedade do Município de Pinhel que o utiliza, temporariamente, como sede da Empresa Municipal Falcão – Cultura, Turismo e Tempos Livres.



Figura 6-Paço Episcopal de Pinhel

2.3.6. Monumento aos mortos da Grande Guerra

Este foi mandado construir pelo Coronel Lima da Veiga, Comandante do Regimento de Infantaria 34, para homenagear os militares portugueses que participaram e morreram na Grande Guerra e, sobretudo, os que pertenceram ao Quartel de Pinhel, cujos nomes estão gravados nas molduras laterais.

Inspirado nas formas da Torre Eiffel, este monumento foi um dos primeiros memoriais aos combatentes a ser construído em Portugal após a I Guerra Mundial.



Figura 7-Monumento aos mortos da Grande Guerra

2.3.7. Igreja de São Luís

A fundação da Igreja e Convento de São Luís remonta ao ano de 1596. É uma igreja eclética de planta longitudinal, sendo constituída por elementos seiscentistas (portal e nave única), por elementos oitocentistas (portal em arco, torre sineira e as janelas em arco) e por elementos atuais, como o coro-alto.

É a atual Paróquia de São Luís, Igreja Matriz de Pinhel, edificada no século XVI, como capela do antigo convento das Clarissas de S. Francisco fundado por Luís de Figueiredo Falcão, e era a Sé Catedral de Pinhel. Apresenta talha barroca no altar-mor, teto em caixotões e paredes forradas a azulejos seiscentistas policromados. Tem um púlpito artístico. Foi classificada como Imóvel de Interesse Público por despacho de agosto de 1980.

A Igreja de São Luís é contígua à Igreja da Misericórdia de Pinhel.



Figura 8-Igreja de São Luís

Capítulo III – Impressão 3D

3.1. O que é impressão 3D

Impressão 3D – ou manufatura aditiva – é um processo de produção de objetos físicos a partir de um modelo digital.

Existem alguns tipos de máquina de impressão 3D, tendo em comum o funcionamento por meio da adição de materiais, camada sob camada, para produção de qualquer objeto.

Devido a esta inovadora forma de produção, as técnicas de impressão 3D permitem chegar a objetos com geometrias complexas e nunca antes possíveis.

A impressão 3D literalmente revolucionou os processos tradicionais de manufatura, e é considerada hoje um importante pilar da chamada quarta revolução industrial.

3.2. História da Impressão 3D

A impressão 3D nasceu há mais de 30 anos.



Figura 9- Primeira impressora 3D SLA – 1 (Fonte: Sculpteo)

Quem criou a impressão 3D foi o engenheiro Charles Hull, nos Estados Unidos. Conhecido como o “pai da impressão 3D”, Chuck inventou a primeira impressora 3D em 1984.

A história diz que o engenheiro trabalhava numa fábrica de móveis e tentava acelerar o processo de secagem da pintura em resina com a cura por luz UV, quando teve a brilhante ideia de desenvolver uma máquina capaz de produzir peças curando resina líquida camada por camada, com feixes de luz laser UV. Esta técnica precursora de impressão 3D foi batizada como estereolitografia (SLA).

Ainda nos anos 80, Carl Deckard e Scott Crump (fundadores da empresa Stratasys), patentearam mais duas diferentes tecnologias de impressão 3D, a SLS e FDM, consagrando a tecnologia como ferramenta de ponta para departamentos de P&D.

Nesta época, as impressoras 3D eram grandes, complexas e extremamente caras.

Apenas poucas e grandes indústrias tinham acesso à tecnologia, pois uma impressora 3D chegava a custar milhões de dólares.

Ao longo do tempo, e com a quebra da vigência de algumas destas patentes, surgiu em 2004, na Inglaterra, o projeto RepRap, que visava desenvolver impressoras 3D mais baratas e acessíveis.

Atentos à ideia, os colegas americanos Adam Mayer, Zach Smith e Bre Pettis, fundaram a Makerbot, em 2009, e lançaram a primeira impressora 3D desktop que era acessível e já vinha montada e calibrada para uso.

Esse foi um grande marco da tecnologia de impressão 3D, que ajudou a popularizar mundialmente a máquina de impressão 3D.

No Brasil, ainda em 2011 a startup catarinense Wishbox, fez parceria com Bree Pettis e a MakerBot, trazendo ao país as primeiras impressoras 3D desktop prontas para uso.



Figura 10 Impressoras 3D desktop da Wishbox.

Hoje a tecnologia 3D já conta com diversos avanços e novos recursos que a tornam mais fácil de usar e que garantem melhores resultados finais.

3.3. Como funciona a impressão 3D

Para imprimir uma peça, é necessário, antes de mais nada, ter um projeto 3D.

Para desenvolver o projeto 3D é necessário ter conhecimento em softwares de modelação 3D.

Também se podem encontrar modelos 3D prontos na internet, em repositórios online como o Thingiverse.



Figura 11- Impressão de uma peça 3D

Com um ficheiro 3D é possível seguir o processo de impressão 3D em 3 etapas:

1ª Etapa: Guardar o modelo 3D num ficheiro de extensão .STL ou .OBJ, que são compatíveis com os principais softwares de impressão 3D;

2ª Etapa: Abrir o ficheiro num software específico, conhecido como software slicer, onde serão configurados os parâmetros de camadas para produção de impressão 3D;

3ª Etapa: Enviar o ficheiro configurado no slicer (arquivo G-CODE) para a impressora 3D e deixar que ela faça o seu trabalho de produção aditiva da peça final.

Algumas impressões ainda podem precisar de pós-processamento (especialmente aquelas peças que possuem suporte).

3.4. Tipos de impressão 3D

3.4.1. Produção com Filamento Fundido (FDM ou FFF);

A extrusão de material é um processo de impressão 3D onde um filamento de material termoplástico sólido é empurrado através de um bocal aquecido, derretendo-o no processo. Então a impressora deposita o material numa plataforma de construção ao longo de um caminho predeterminado, onde o filamento arrefece e solidifica para formar um objeto sólido.

Tipos de impressão 3D: FDM (Fused Deposition Modeling), às vezes chamada FFF (Fused Filament Fabrication);

Materiais: filamento termoplástico (PLA, ABS, PETG, Flexível, HIPS – entre outros);

Precisão dimensional: $\pm 0.5\%$ (limite inferior ± 0.5 mm);

Aplicações comuns: todo os tipos de peças, sendo o tamanho limitado pela área de impressão;

Vantagens: melhor acabamento superficial, cores diversificadas e multi-materiais disponíveis;

Desvantagens: tamanho de peça limitado pela área de impressão e peças menos resistentes do que as de fábrica.

3.4.2. Estereolitografia (SLA);

São tipos de impressão 3D em que uma resina de fotopolímero é seletivamente tratada por uma fonte de luz. As duas formas mais comuns desse tipo de polimerização são SLA (Estereolitografia) e DLP (Digital Light Processing). A diferença fundamental entre estes tipos de tecnologia de impressão 3D é a fonte de luz que eles usam para tratar a resina. As impressoras SLA usam um laser de pontos, em contraste com a abordagem voxel usada por uma impressora DLP.

Tipos de impressão 3D: estereolitografia (SLA), Processamento de Luz Direta (DLP);

Materiais: resina de fotopolímero (Padrão, Transparente, Alta Temperatura);

Precisão dimensional: $\pm 0,5\%$ (limite inferior $\pm 0,15$ mm);

Aplicações comuns: protótipos de polímero tipo injeção, joias (fundição de investimento), aplicações dentárias, aparelhos auditivos – entre outros;

Pontos fortes: acabamento superficial suave;

Pontos fracos: frágil, não é adequado para peças mecânicas.

SLA (Stereolithography)

O SLA possui a distinção histórica de ser a primeira tecnologia de impressão 3D do mundo. A estereolitografia foi inventada por Chuck Hull, em 1986, que realizou a patente da tecnologia e fundou a empresa 3D Systems para comercializá-la.

O SLA é um processo de prototipagem rápida com exatidão e precisão. Ela pode produzir objetos a partir de ficheiros de dados CAD 3D (gerados por computador), em pouco tempo. As máquinas que usam esta tecnologia produzem modelos, padrões, protótipos e várias peças de produção exclusivas. Os fotopolímeros líquidos são convertidos em objetos 3D sólidos, uma

camada de cada vez. O fotopolímero é primeiro aquecido para ser transformado numa forma semi-líquida, e então endurece ao contacto. A impressora constrói cada uma dessas camadas usando um laser ultravioleta, direcionado por espelhos de varredura X e Y.

3.4.3. Processamento de Luz Direta (DLP);

A DLP é um dos mais antigos tipos de impressão 3D, criado por Larry Hornbeck, em 1987. É semelhante ao SLA, já que também trabalha com fotopolímeros e tornou-se conhecida por ser usado na produção de projetores.

Enquanto o SLA usa luz ultravioleta, o DLP usa uma fonte de luz mais tradicional, geralmente lâmpadas de arco. Este processo resulta em impressionantes velocidades de impressão. Quando há muita luz, a resina endurece rapidamente (em segundos).

Olhando para máquinas de processamento digital de luz, estes tipos de tecnologia de impressão 3D são quase o mesmo que o SLA. A principal diferença é que o DLP usa um projetor de luz digital para gerar uma única imagem de cada camada de uma vez (ou vários flashes para partes maiores). Como o projetor é um ecrã digital, a imagem de cada camada é composta por pixels quadrados, resultando numa camada formada por pequenos blocos retangulares chamados voxels.

Em comparação com a impressão SLA, o DLP atinge tempos de impressão mais rápidos para a maioria das peças. Isto porque ele expõe camadas inteiras de uma só vez. Com a impressão SLA, um laser precisa extrair cada uma dessas camadas e isso leva tempo.

Outro ponto positivo para a tecnologia de impressão DLP é que ela é robusta e produz sempre modelos de alta resolução. Também é económico com a capacidade de usar materiais mais baratos para objetos complexos e detalhados, não reduz apenas o desperdício, mas também os custos de impressão.

3.4.4. Sinterização Seletiva a Laser (SLS);

É um dos tipos de impressão 3D em que uma fonte de energia térmica induz seletivamente a fusão entre partículas de pó dentro de uma área de construção para criar um objeto sólido.

Muitos dispositivos de fusão em camada de pó também usam um mecanismo para aplicação e alisamento de pó simultâneo a um objeto que está a ser produzido, então o item final é envolvido e suportado em pó não utilizado.

Tipos de impressão 3D: Sinterização Seletiva a Laser (SLS);

Materiais: pó termoplástico (Nylon 6, Nylon 11, Nylon 12);

Precisão dimensional: $\pm 0.3\%$ (limite inferior ± 0.3 mm);

Aplicações comuns: peças funcionais; desenhos ocios; produção de peças de baixa produção;

Pontos fortes: partes funcionais, boas propriedades mecânicas e geometrias complexas;

Pontos fracos: prazos de entrega mais longos, custo mais alto que o FFF para aplicações funcionais.

3.4.5. Sinterização Direta a Laser de Metal (MDLS);

A DMLS (Direct Metal Laser Sintering) e a SLM (Selective Laser Melting) produzem objetos de maneira semelhante ao SLS. No entanto, a principal diferença é que esses tipos de tecnologia de impressão 3D são aplicados à produção de peças de metal.

Para funcionar necessita de um laser poderoso (Yb-fibre laser) que consiga fundir as partículas dos metais para formar as camadas do objeto. Portanto, a sua grande vantagem é que permite

criar peças finais complexas, que nos modelos tradicionais de fabrico seriam complicadas de produzir.

Possui um custo altíssimo tanto da impressora quanto das peças impressas, por isso, é usada em poucas áreas, sendo estas, principalmente, a indústria aeroespacial, a medicina e a odontologia.

3.4.6. Derretimento Seletivo a Laser (SLM);

O SLM é um dos tipos de impressão 3D que usa o laser para obter uma fusão completa do pó metálico, formando uma parte homogénea. Assim, ele resulta numa peça que tem uma temperatura de fusão única.

Esta é a principal diferença entre o DMLS e o SLM. O primeiro produz partes de ligas metálicas, enquanto o segundo forma materiais de elemento único, como o titânio.

Ao contrário do SLS, os processos DMLS e SLM requerem suporte estrutural, a fim de limitar a possibilidade de qualquer distorção que possa ocorrer (apesar do facto de que o pó circundante fornece suporte físico).

As peças DMLS/SLM estão em risco de deformação devido às tensões residuais produzidas durante a impressão, por causa das altas temperaturas. As peças também são normalmente tratadas termicamente após a impressão, enquanto ainda são fixadas na mesa, para aliviar qualquer tensão.

3.4.7. Fusão de feixe de eletrões (EBM);

EBM é outro tipo de produção de aditivos para peças metálicas. Foi originalmente criado pela Arcam AB Inc. no início deste século. Assim, como o SLM, este método de impressão 3D é uma técnica de fusão de pó. Enquanto o SLM usa o feixe de laser de alta potência como fonte de energia, o EBM usa um feixe de eletrões, que é a principal diferença entre estes dois métodos. O resto dos processos são parecidos.

O material usado no EBM é o pó metálico que derrete e forma camada por camada através de um computador, que controla o feixe de eletrões em alto vácuo. Ao contrário do SLS, o EBM derrete totalmente o pó de metal. Assim, o processo é geralmente conduzido sob alta temperatura, até 1000° C.

Comparado ao SLM, o processo do EBM é bastante lento e caro e a disponibilidade de materiais é limitada. Portanto, o método não é tão popular, embora ainda seja usado nalguns processos de produção.

Atualmente, os materiais mais bem distribuídos que são usados para EBM são Titânio, Inconel 718 e Inconel 625 comercialmente puros. A aplicação de EBM é principalmente focada em implantes médicos e na área aeroespacial.

3.4.8. Produção de Objetos Laminados (LOM);

A produção de objetos laminados (Laminated Object Manufacturing, LOM) é mais um sistema de prototipagem rápida, desenvolvido pela empresa Helisys Inc., sediada na Califórnia.

Durante o processo LOM, camadas de papel revestido com adesivo, plástico ou laminados de metal são fundidos usando calor e pressão e, em seguida, cortados com um laser controlado por computador ou faca.

O processo LOM inclui várias etapas. Em primeiro lugar, o arquivo CAD é transformado em formato de computador, que geralmente é STL ou 3DS. As impressoras LOM usam folhas contínuas revestidas com um adesivo, que é colocado no substrato com um rolo aquecido. O rolo aquecido que é passado sobre a folha de material no substrato derrete o adesivo. Então o laser ou a faca traçam as dimensões desejadas da peça. Além disso, o laser ajuda a remover facilmente as partes em excesso após a impressão ser feita.

Depois de uma camada ser concluída, a plataforma é movida para baixo por cerca de um décimo de polegada. Uma nova folha do material é puxada pelo substrato e colada a ele com um rolo aquecido. O processo é repetido várias vezes até que a peça 3D seja totalmente impressa. Quando qualquer material em excesso tiver sido cortado, a peça pode ser lixada ou selada com uma tinta. Se materiais de papel forem usados durante a impressão, o objeto terá propriedades semelhantes à madeira, o que significa que precisa de ser protegido da humidade, normalmente através de uma laca ou tinta.

Provavelmente, o LOM não é o método de impressão 3D mais popular, mas um dos mais acessíveis e rápidos, porque o custo de impressão é baixo, devido à matéria-prima utilizada. Objetos impressos com LOM podem ser relativamente grandes, o que significa que nenhuma reação química é necessária para imprimir grandes peças.

3.4.9. Jato de tinta (Inkjet);

Também chamada de Inkjet, este tipo de impressora 3D derivou da impressora 2D a jato de tinta. No entanto, neste caso, são os jatos que criam as formas do objeto. Existem duas modalidades deste tipo de impressora 3D:

a primeira delas utiliza um tipo de material aglutinante que é lançado pelo jato sobre um pó de resina plástica. Nos locais em que esse pó cai, funde-se e solidifica, dando origem às formas. O processo repete-se camada por camada até que o objeto fique completamente pronto. Permite-se a utilização de diferentes tipos de materiais aglutinantes, tais como a cerâmica;

a segunda modalidade é aquela na qual o material libertado pelo jato é a própria tinta. Geralmente, possuem muitas cabeças de impressão que, atuando todas ao mesmo tempo, favorecem que um mesmo objeto seja composto por diferentes materiais.

Dos tipos de impressoras 3D, a impressora a jato de tinta é a que envolve maiores custos e também consome mais tempo. A matéria-prima é disponibilizada no formato de cartuchos, o que dá oportunidade para que os fabricantes explorem bem as possibilidades de maiores lucros.

Uma vantagem desta impressora é que permite a impressão a cores. Apesar de não ser muito usada por causa de seu custo-benefício pouco atraente. É provável que, no futuro, seja muito popular para as impressões domésticas.

3.4.10. Polyjet.

A impressão PolyJet é semelhante à impressão a jato de tinta, mas, em vez de utilizar gotas de tinta sobre o papel, as impressoras 3D PolyJet usam camadas de um fotopolímero líquido curável sobre uma bandeja de montagem.

As principais vantagens são permitir imprimir uma mesma peça com cores e texturas diferentes e o excelente acabamento final das peças. No entanto, possui um alto custo de impressão.

3.5. Quanto custa uma impressão 3D

O custo de uma impressão 3D pode variar muito.

Uma peça impressa pode custar desde poucos cêntimos a milhares de euros.

Para pensar sobre quanto custa uma impressão 3D, é preciso primeiro definir se vai contratar o serviço de impressão ou se vai optar compra da impressora 3D.

Quando se escolhe contratar o serviço de impressão 3D, o custo por peça produzida será bem maior, visto estar a pagar a mão de obra. No entanto será uma boa opção para impressões pontuais.

Considerando que tem uma impressora 3D, os principais custos de impressão 3D são os seguintes:

- **Custo do equipamento:** O valor vai depender muito da tecnologia escolhida, mas em geral, os equipamentos profissionais podem durar muitos anos.
- **Custo da matéria-prima:** É necessário saber o valor por grama do produto utilizado e quantas gramas irá utilizar na peça produzida.
- Em geral, o software de impressão 3D já faz uma estimativa de gramas de material que será utilizado e assim pode calcular o custo da peça facilmente.
- **Custo de energia elétrica:** Em geral é quase irrelevante, ou muito baixo. Uma impressora desktop (FDM ou SLA), consome de 0,5 kW/h a 2,5kW/h, ou seja, o mesmo que uma televisão.
- **Custo com pós-processamento:** Algumas tecnologias envolvem custos para realizar a limpeza das peças. Nesse caso, é necessário contabilizar isso no custo por peça.

Em resumo, o custo de impressão 3D vai depender muito do tamanho da peça, da matéria-prima e do equipamento utilizado.

3.6. Quanto tempo demora para imprimir em 3D

Esta é sem dúvida uma das perguntas mais comuns sobre a impressão 3D. O tempo de impressão em 3D varia bastante, de acordo com diversas configurações de impressão 3D, matéria-prima e impressora utilizada.



Figura 12- Impressora 3D Ultimaker

Existem 4 configurações principais que determinam o tempo da impressão de uma peça:

1- Tamanho: Quanto maior for a peça, maior será o tempo de impressão.

2- Preenchimento: Quanto mais oca for sua peça, menor será o tempo de impressão e quanto mais preenchimento tiver, mais tempo levará para imprimir.

3- Resolução de camada: Quanto mais grossas forem as camadas mais rápido será sua impressão, porém, se se quiser uma melhor qualidade superficial (com camadas mais finas e menos aparentes) maior será o tempo de impressão.

4- Geometria da peça: Quanto mais linear e básica for a geometria da sua peça, mais rápido ela será impressa, pois uma peça com geometrias muito complexas e detalhes diminuem o ritmo em que a impressora trabalha.

Outra variável que tem impacto no tempo, além destas já mencionadas, é a marca e modelo da impressora 3D e o tipo de tecnologia.

Ao configurar o projeto, antes da impressão, normalmente consegue-se visualizar a estimativa de tempo de impressão.

3.7. Tipos de Filamentos para Impressoras 3D

São seis os tipos mais comuns de filamentos para impressoras 3D, populares pela facilidade de uso e pelas propriedades físicas.

Os Filamentos básicos para impressoras 3D são:

- PLA
- ABS
- PETG (PET, PETT)
- TPE, TPU, TPC (Flexíveis)
- Nylon
- PC (policarbonato)

3.7.1. PLA

No mundo da impressão 3D, o PLA é o mais usado, embora seja frequentemente comparado com o ABS.

O PLA conta com temperatura de impressão inferior à do ABS, além de não deformar facilmente, o que significa que não requer uma mesa de impressão aquecida (embora ajude). Outro benefício de usar o PLA é o facto de não liberar mau cheiro durante a impressão. É normalmente conhecido como um filamento inodoro, mas muitos dizem que possui um cheiro a fumo.

Por fim, como um termoplástico biodegradável, o PLA é mais amigável com o meio ambiente do que a maioria dos filamentos de impressoras 3D. Este filamento é feito a partir de recursos anualmente renováveis, tais como o amido de milho e a cana-de-açúcar.

Assim como o ABS, o PLA é um material que serve de base para muitos filamentos compostos ou recreativos, tais como aqueles que conduzem eletricidade, que brilham no escuro ou, ainda, aqueles infundidos com madeira ou metal.

PROPRIEDADES DO FILAMENTO PLA

- Resistência: alta | Flexibilidade: baixa | Durabilidade: média
- Dificuldade de uso: pequena
- Temperatura de impressão: 180°C – 230°C
- Temperatura da mesa de impressão: 20°C – 60°C (mas não necessária)
- Contração/Deformação: mínima
- Inspeção sanitária: consultar as instruções do fabricante

Prós: fácil de imprimir; ampla variedade de cores/estilos; biodegradável.

Contras: quebradiço; fracas propriedades mecânicas.



Figura 13-Filamentos

3.7.2. ABS

Quanto às propriedades do material, o ABS é moderadamente superior ao PLA, embora seja um pouco mais difícil imprimir com ele. É por esta razão que o ABS é encontrado em muitos utensílios domésticos e de consumo, incluindo peças de LEGO e capacetes de bicicleta.

Os produtos fabricados em ABS possuem alta durabilidade e capacidade de suportar altas temperaturas, mas os entusiastas da impressão 3D devem estar atentos à alta temperatura de impressão do filamento, à sua tendência de deformar durante o arrefecimento e aos intensos vapores libertados. Por isso, é necessário certificar que se imprime numa mesa aquecida e num espaço bem ventilado.

PROPRIEDADES DO FILAMENTO ABS

- Resistência: alta | Flexibilidade: média | Durabilidade: alta
- Dificuldade de uso: média
- Temperatura de impressão: 210°C – 250°C
- Temperatura da mesa de impressão: 80°C – 110°C
- Contração/Deformação: considerável
- Solúvel: em ésteres, cetonas e acetona
- Inspeção sanitária: não seguro para alimentos

Prós: grande força; alta durabilidade; resistência a altas temperaturas

Contras: deforma com facilidade; emite fumo perigoso; requer uma alta temperatura no bico de impressão.



Figura 14-Legos

3.4.3. PETG (PET, PETT)

O polietileno tereftalato (polyethylene terephthalate – PET) é o plástico mais usado no mundo. Mais conhecido como o polímero usado nas garrafas de água, também é usado em roupas e em recipientes para alimentos. Já que o PET “puro” é raramente usado na impressão 3D, a sua variante PETG é um filamento para impressora 3D bastante conhecido.

O “G” em PETG significa “modificado com glicol”, e o resultado é um filamento para impressora 3D mais claro, menos brilhante e, principalmente, mais fácil de usar do que na sua forma de base. Por essa razão, o PETG é muitas vezes considerado um bom intermediário entre o ABS e o PLA, os filamentos para impressoras 3D mais utilizados, uma vez que é mais flexível e durável do que o PLA e mais fácil de imprimir que o ABS.

Três coisas que se devem ter em atenção ao usar o PETG:

1. O PETG é *higroscópico*, o que significa que absorve a humidade do ar. Já que isto tem um efeito negativo na impressão, deve-se armazenar o filamento num lugar arejado e seco.
2. O PETG é pegajoso durante a impressão, o que torna este filamento uma má escolha para o suporte de estruturas, mas bom para a adesão das camadas. (Deve-se ter cuidado com a mesa de impressão!)
3. Embora não seja frágil, o PETG risca-se mais facilmente que o ABS.

O polietileno tereftalato de co-trimetileno (Polyethylene coTrimethylene Terephthalate – PETT) é outra variante do PET. Levemente mais rígido que o PETG, este filamento para impressora 3D é conhecido por ser transparente.

PROPRIEDADES DO FILAMENTO PETG (PET, PETT)

- Resistência: alta | Flexibilidade: média | Durabilidade: alta
- Dificuldade de uso: pequena
- Temperatura de impressão: 220°C – 250°C
- Temperatura da mesa de impressão: 50°C – 75°C
- Contração/Deformação: mínima
- Solúvel: não

Prós: flexível; durável; fácil de imprimir

Contras: sensível à humidade; a superfície risca-se com facilidade



Figura 15-Peças impressas em PETG

3.4.4. TPE, TPU, TPC (Flexíveis)

Assim como o nome sugere, os elastómeros termoplásticos (thermoplastic elastomers – TPE) são essencialmente plásticos com qualidades similares à borracha, característica que os torna extremamente flexíveis e duráveis. Dessa forma, o TPE é comumente encontrado em aplicações domésticas e materiais médicos.

Na realidade, o TPE é uma vasta classe de copolímeros (e de mistura de polímeros), e, ainda assim, é usado para denominar vários filamentos para impressoras 3D disponíveis no mercado. Leves e elásticos, esses filamentos conseguem resistir a tensões que nem o ABS e nem o PLA conseguem suportar. Por outro lado, a impressão nem sempre é fácil.

O poliuretano termoplástico (thermoplastic polyurethane – TPU) é uma variedade particular do TPE. Em comparação com o TPE, o TPU é um pouco mais rígido – sendo assim um material mais fácil de imprimir. Também é um pouco mais durável e consegue manter melhor a sua elasticidade no frio.

O copoliéster termoplástico (thermoplastic copolyester – TPC) é outra variedade do TPE, embora não tão usado quanto o TPU. Semelhante em muitos aspetos ao TPE, o TPC tem, como principal vantagem, alta resistência à exposição química e a raios UV, assim como ao calor (até 150°C).

PROPRIEDADES DOS FILAMENTOS TPE, TPU, TPC (FLEXÍVEIS)

- Resistência: média | Flexibilidade: muito alta | Durabilidade: muito alta
- Dificuldade de uso: média (TPE, TPC); pequena (TPU)
- Temperatura de impressão: 210°C – 230°C

- Temperatura da mesa de impressão: 30°C – 60°C (mas não necessária)
- Contração/Deformação: mínima
- Solúvel: não

Prós: extremamente flexível; perfeito para peças que se dobras ou que são comprimidas

Contras: difícil de imprimir; requer um tubo de filamento estreito; baixa velocidade de impressão



Figura 16- Sapatos imprimidos com material TPC

3.4.5. Nylon

Em comparação com qualquer outro filamento para impressora 3D, alcança o primeiro lugar no ranking quando se considera o conjunto de resistência, flexibilidade e durabilidade.

Outra característica particular deste filamento para impressora 3D é que pode tingi-lo antes ou depois do processo de impressão. O lado negativo é que o nylon, assim como o PETG, é *higroscópico*, o que significa que absorve humidade. Por isso, deve ser guardado num lugar ventilado e seco, de modo a garantir impressões de boa qualidade.

De um modo geral, existem muitas gradações de nylon, mas entre os mais utilizados como filamento para impressora 3D estão o 618 e o 645.

PROPRIEDADES DO FILAMENTO NYLON

- Resistência: alta | Flexibilidade: alta | Durabilidade: alta
- Dificuldade de uso: média
- Temperatura de impressão: 240°C – 260°C
- Temperatura da mesa de impressão: 70°C – 100°C
- Contração/Deformação: considerável
- Solúvel: não

Prós: alta resistência; alta flexibilidade; alta durabilidade

Contras: normalmente caro; sensível à humidade; requer uma alta temperatura na mesa e no bico de impressão



Figura 17-Peças imprimidas em Nylon

3.4.6. PC (policarbonato)

O policarbonato (polycarbonate – PC), além de ser o filamento para impressora 3D mais forte desta lista, é extremamente durável e resistente tanto ao impacto físico quando ao calor, sendo capaz de resistir a temperaturas de até 110°C. Também é transparente, o que explica o uso em materiais comerciais como vidros blindados e máscaras de mergulho.

Embora possa ser usado em situações similares, o PC não deve ser confundido com o acrílico ou o plexiglass. Ao contrário destes dois materiais, o PC é moderadamente flexível (ainda que nem tanto quanto o nylon, por exemplo), o que lhe permite dobrar até eventualmente ser deformado.

O PC é um filamento para impressora 3D *higroscópico*, capaz de absorver a humidade do ar. Por isso, deve ser guardado num lugar ventilado e seco, de modo a garantir impressões de boa qualidade.

PROPRIEDADES DO FILAMENTO PC (POLICARBONATO)

- Resistência: muito alta | Flexibilidade: média | Durabilidade: muito alta
- Dificuldade de uso: média
- Temperatura de impressão: 270°C – 310°C
- Temperatura da mesa de impressão: 90°C – 110°C
- Contração/Deformação: considerável
- Solúvel: não

Prós: extremamente forte; resistente ao calor e ao impacto físico

Contras: sensível à humidade; requer uma alta temperatura de impressão



Figura 18-Capacete imprimido em Policarbonato

Capítulo IV – Explicação do Software/Hardware Utilizado

4.1. Ultimaker Cura

Cura é um software de código aberto para impressoras 3D. Foi criado por David Brahm, que mais tarde foi contratado pela Ultimaker, uma empresa de fabrico de impressoras 3D, para manter o software. O Cura está disponível sob licença LGPLv3.

Cura foi inicialmente lançado sob o código aberto, mas em 28 de setembro de 2017 a licença foi alterada para LGPLv3. Esta mudança permitiu mais integração com software CAD de terceiros.

Ultimaker Cura funciona dividindo o ficheiro do modelo em camadas e gerando um código G específico da impressora. Uma vez terminado, o código G pode ser enviado à impressora para a produção do objeto físico.

O software de código aberto, compatível com a maioria das impressoras 3D desktop, pode funcionar com ficheiros nos formatos 3D mais comuns, como STL, OBJ, X3D, 3MF, bem como formatos de imagem como BMP, GIF, JPG e PNG.

4.2. 3dprocks

3dprocks foi o website usado para a conversão de imagens para modelos 3D com o efeito lithophane.

Cada pixel na imagem é traduzido num número de pontos 3D na superfície do lithophane. Quanto maior o número, mais detalhe o resultado terá (e quanto maior o ficheiro STL mais tempo demorará a processar). O valor 3 é um bom valor mas é possível ir até 5, mas irá custar mais tempo e memória.



Figura 19 – Alexandre a trabalhar no website 3dprocks

4.3. Impressora 3D BLOCKS one MKII

A impressora que utilizei para este projeto foi a 3D BLOCKS one MKII. Começando pelo fundamental, a estrutura é bastante sólida, em dibond (um composto de alumínio), com todos os elementos devidamente instalados e protegidos. Não é necessário fazer qualquer tipo de afinação adicional, além das óbvias calibrações da mesa e da cabeça de impressão, embora isto apenas seja necessário na primeira utilização, já que a partir daí, o sistema faz um nivelamento automático no início de cada impressão.

Fora da estrutura, está o suporte para a bobine do filamento e, no topo, a cablagem e o tubo de alimentação do filamento para a cabeça de impressão. De um dos lados está a entrada USB para ligar a impressora a um PC e à frente temos o leitor de cartão SD e um ecrã LCD, que embora monocromático, tem uma boa definição e um pequeno potenciómetro, que serve para navegar nos menus da impressora.

Relativamente ao mecanismo, destaca-se o painel de vidro sobre a mesa de impressão, sendo esta aquecida, para facilitar o manuseamento de alguns materiais mais exigentes. Como habitual, recomenda-se o uso de colas ou de laca para garantir uma boa aderência, especialmente em impressões que ocupem uma área grande da superfície da mesa.

A impressora tem uma velocidade de impressão de 60 mm/s, com nozzle de 0,4 mm, que pode ser substituído por outro à escolha e uma área total de 210 x 210 x 200 mm. O tempo de impressão não difere muito de outros modelos equivalentes, mas o funcionamento é mais silencioso, com um ruído entre 40 e 50 dB.

A Blocks One MKII está preparada para imprimir os tradicionais filamentos de PLA, bem como de madeira, metal, Flex, PETG, ABS e Nylon.

4.4. Filamentos

Os filamentos utilizados para a realização do meu projeto foi PLA de cor vermelha e marfim.



Figura 20-Filamento vermelho



Figura 21-Filamento marfim

Capítulo V – Implementação prática

5.1. Realização do Lithophane

O lithophane é um tipo de objeto impresso 3D que consegue utilizar a espessura da camada da impressão 3D como uma escala de cinza numa foto antiga ou a preto e branco. Ao ser iluminada pelo fundo, consegue definir os contornos das fotos e imagens num objeto impresso 3D gerando um ótimo tipo de presente ou pode ser até vendido como uma forma de arte.

Passos necessários que tive de fazer no processo de fabrico de um lithophane:

1) Primeiro passo: Escolher uma fotografia apropriada

A primeira coisa que se deve fazer para ter uma boa lithophane é escolher uma fotografia adequada para a impressão 3D, já que nem todos os tipos de fotografias chegam a um bom resultado quando passam pela técnica. Algumas características são:

- Não é recomendado utilizar fotografias com detalhes muito coloridos — a impressão 3D da fotografia utiliza a escala de cinza;
- É melhor escolher uma imagem com uma alta taxa de contraste;
- Dar preferência a imagens simples do que as com muitos detalhes.

2) Segundo passo: Utilizar a aplicação correta

Para gerar um bom modelo 3D de uma fotografia, existem algumas opções:

- O software Cura;
- O programa [Lithophanes](#);
- Utilizar a customização Lithophane no software Thingiverse;
- Utilizar alguma aplicação de conversão de imagem para STL;
- Utilizar o software [PhotoToMesh](#).

O mais simples de ser utilizado é o software Cura que, desde a sua versão 13.11, suporta a importação de imagem e conversão em modelos 3D. Caso utilize o menu de opções, surgirá uma mensagem que irá pedir para selecionar o tamanho. É importante manter a opção “Darker is Higher” e também manter a opção “Light Smoothing”, de acordo com a preferência.

3) Terceiro passo: Gerar o modelo 3D

Para gerar o modelo 3D utilizando o software Lithophanes, na aba da imagem selecionar a opção Abrir Imagem e selecionar a imagem de preferência. A fotografia irá ser carregada e mostrada dentro da janela principal, permitindo o ajuste de diversas características como o contraste, brilho e gama de cores.

Existe também uma opção de “binarizar” que é um grande auxílio para fotografias em preto e branco, sem escalas de cinza. Caso esta opção seja utilizada, não será possível realizar o ajuste de contraste, brilho e a gama de cores. Outros botões são o de negativo da imagem e o de restaurar para reiniciar as configurações iniciais.

O botão de máxima proporção de pixels é uma configuração importante pois permite que seja definido o número de pixels da imagem, com 500 ou 1000, o que determinará a qualidade da impressão. A partir da definição da proporção dos pixels, na aba “3D-STL” poderão ser configurados os parâmetros de impressão do lithophane.

Os parâmetros mais importantes são o Z e a espessura do lithophane. Quanto maior o valor de Z, mais escala de cinza haverá no modelo impresso 3D e caso seja muito alto, o modelo ficará muito escuro. A espessura pode ser configurada com o menor valor possível para não barrar a luz e não afetar o lithophane. Os valores padrão para ambos os parâmetros são capazes de atingir bons resultados.

Após estes passos, clicar no botão “Gerar 3D” para ver como cada parâmetro pode afetar a qualidade do modelo 3D. Com todos os parâmetros configurados, deve-se clicar no botão

“Salvar STL” e aguardar a barra de status até aparecer a mensagem de “Arquivo Salvo” para salvar o ficheiro.

4) Quarto passo: Fazer o “fatiamento” do modelo

Já com o modelo 3D pronto, é hora da impressão 3D. A etapa de preparação do ficheiro STL é importante, com alguns detalhes:

- Configurar o preenchimento para 100% retilíneo e com um ângulo de 30º
- Usar a menor altura de camada que a impressora suporte;
- A impressão 3D deve ser a mais lenta possível;
- Utilizar parâmetros específicos para o lithophane;
- Não imprimir em escala;
- Utilizar o software correto para a criação das camadas.

O último passo é importante pois a qualidade depende do software utilizado. Alguns exemplos são o Slic3r e o próprio Cura. O Slic3r tem a desvantagem de ser mais lento que o Cura, porém pode ser mais confiável para trabalhos complexos. Aqui vale a análise de cada tipo de impressão 3D e cada modelo 3D que irá ser fabricado.

5) Quinto passo: Imprimir e aproveitar

Após ter tratado o modelo STL, é hora da impressão 3D. Dependendo da impressora, o modelo pode ser carregado utilizando um cartão SD ou através do cabo USB. O cartão SD permite uma resposta melhor do que o cabo USB pois o G-code será carregado mais rapidamente.

Um outro ponto importante para imprimir lithophanes é utilizar filamentos 3d brancos ou naturais. Eu utilizei a cor marfim. Após finalizada a impressão 3D e tomadas as precauções para poder manipular a peça, colocar o lithophane na frente de alguma luz forte e ver a magia acontecer.

6) Sexto passo: Conclusão

Escolher a imagem adequada é um dos pontos mais importantes da técnica dos lithophanes e pode afetar tanto o tempo de impressão quanto a qualidade final do objeto impresso 3D. Uma impressora 3D bem calibrada e uma grande mesa de impressão são características essenciais que garantem o sucesso da técnica.

5.2. Resultados obtidos



Figura 22-Primeira tentativa a fazer uma peça lithophane.

Depois de algumas tentativas menos bem conseguidas como mostra a figura anterior, consegui obter um resultado mais satisfatório, utilizando filamento de cor marfim. Nas imagens seguintes podem ver-se algumas fotografias convertidas em Lithophane já com algum sucesso.

Fotografia original	Fotografia com Lithophane
 <p>Figura 23- Convento de Santo António</p>	 <p>Figura 24-lithophane do Convento de Santo António</p>
 <p>Figura 25-Um dos castelos de Pinhel</p>	 <p>Figura 26-Lithophane de um dos castelos de Pinhel</p>

Capítulo VI – Conclusões

6.1. Análise Crítica

Com a realização desta PAP, atingi alguns dos objetivos a que me tinha proposto, não os consegui atingir na totalidade devido à situação de pandemia que vivemos.

Tinha como objetivo deslocar-me por Pinhel e fotografar os monumentos da cidade, no entanto acabei por pesquisar na Internet as fotografias que usei para converter em Lithophane.

6.2. Conclusão

Com a realização deste Projeto aprofundei os meus conhecimentos a nível da modelação e impressão 3D.

É possível concluir que a modelação e impressão 3D é uma área fascinante, cheia de curiosidades e características interessantes. Espero ter fomentado a vontade de aprender, é sempre bom ampliar cada vez mais a nossa gama de conhecimentos.

Webgrafia

Os 25 melhores filamentos para impressoras 3D | All3DP; <https://all3dp.com/pt/1/filamento-imprensa-3d-comparacao-melhor-tipo/>

Lithophanes: imprimindo suas fotos 3d em 6 passos - 3D Fila; <https://3dfila.com.br/lithophanes-imprimindo-suas-fotos-3d-em-6-passos/>

Tudo Sobre Impressão 3D: O Que é, Como Funciona e Tipos (wishbox.net.br); <https://www.wishbox.net.br/blog/impresao-3d/#:~:text=%20Tipos%20de%20impres%C3%A3o%203D%20%201%20FDM,podemos%20falar%20sobre%20a%20impres%C3%A3o%203D...%20More%20>