

IMPRESSÃO 3D NO DESIGN: EXPLORANDO A TRANSLUCIDEZ A PARTIR DO PARÂMETRO DE ALTURA DE CAMADA

PRINTING IN DESIGN: EXPLORING TRANSLUCENCY
FROM THE LAYER HEIGHT PARAMETER

Rafael Tavares

Mestrando em Design e Tecnologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul - PG Design/ UFRGS (Porto Alegre/Brasil).
E-mail: reche.tavares@ufrgs.br

Tayná Steiger Mai

Mestranda em Design e Tecnologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul - PG Design/ UFRGS (Porto Alegre/Brasil).
E-mail: taynas.mai@gmail.com

Eduardo Augusto Tolfo

Graduando em Design de Produto pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS (Porto Alegre/Brasil).
E-mail: eduardoatolfo@gmail.com

Luis Henrique Alves Cândido

Doutor em Ciência e Tecnologia dos Materiais - PPGE3M pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Porto Alegre/Brasil).
Professor de Design no DEG/FA pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Porto Alegre/Brasil). Pesquisador no Laboratório de Design e Seleção de Materiais - LDSM na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Porto Alegre/Brasil).
E-mail: candido@ufrgs.br

Recebido em: 5 de março de 2025
Aprovado em: 18 de junho de 2025
Sistema de Avaliação: Double Blind Review
BCIJ | v. 5 | n. 1 | p. 28-44 | jan./jun. 2025
DOI: <https://doi.org/10.25112/bcij.v5i1.4186>



RESUMO

Na manufatura aditiva, processo de fabricação baseado na adição sucessiva de camadas, a impressão por extrusão de material (MEX) possibilita a criação de produtos complexos e funcionais, com menor geração de resíduos e de diferentes acabamentos a partir da definição de variados parâmetros, entre eles, a altura de camada. Como consequência desses parâmetros, observam-se diversos aspectos estéticos, como a translucidez, responsável pela passagem de luz pelo objeto. Assim, o atual trabalho teve como objetivo explorar a passagem de luz em peças impressas em 3D a partir de diferentes alturas de camada, visando discutir parâmetros para projetos translúcidos, a fim de obter resultados para comparar a passagem de luz e o tempo de máquina. Para este estudo, foram impressas sete amostras (1x100x100mm) com diferentes alturas de camada, variando de 0,12mm a 0,4mm, e, por meio de um fotômetro em câmara escura, foi possível medir a passagem de luz em cada peça. Os resultados indicaram baixa variação entre as amostras, com valores entre 5,5EV e 6EV, 110 Lux e 160 Lux, respectivamente. No entanto, observou-se que o aumento da altura da camada reduz o tempo de impressão, sem alterar a quantidade de material utilizado. Dentre as amostras, destacou-se a altura de camada de 0,35mm, por apresentar melhor resultado entre a passagem de luz e o ciclo de impressão. Como aplicação prática dos resultados obtidos, foi desenvolvido o protótipo de uma cúpula para luminária utilizando a altura de camada que apresentou o melhor resultado, com a incidência de 160 Lux. A criação da cúpula confirma que a definição adequada de parâmetros permite a produção de peças translúcidas e eficientes por meio da manufatura aditiva.

Palavras-chave: Design e Tecnologia. Impressão 3D. Translucidez. Altura de Camada.

ABSTRACT

In additive manufacturing, a manufacturing process based on the successive addition of layers, material extrusion printing (MEX) makes it possible to create complex, functional products with less waste generation and different finishes by defining various parameters, including layer height. As a result of these parameters, various aesthetic aspects can be observed, such as translucency, which is responsible for the passage of light through the object. The aim of this study was therefore to explore the passage of light through 3D-printed parts using different layer heights, with a view to discussing parameters for translucent designs in order to obtain results for comparing the passage of light and machine time. For this study, seven samples (1x100x100mm) were printed with different layer heights, ranging from 0.12mm to 0.4mm, and, using a darkroom photometer, it was possible to measure the passage of light in each part. The results showed little variation between the samples, with values between 5.5EV and 6EV, 110 Lux and 160 Lux, respectively. However, it was observed that increasing the layer height reduces printing time, without changing the amount of material used. Among the samples, the 0.35mm layer height stood out as having the best result between the passage of light and the print cycle. As a practical application of the results obtained, the prototype of a dome for a luminaire was developed using the layer height that showed the best result, with an incidence of 160 Lux. The creation of the dome confirms that the proper definition of parameters allows the production of translucent and efficient parts through additive manufacturing.

Keywords: Design and Technology. 3D printing. Translucency. Layer height.



1 INTRODUÇÃO

O esgotamento de recursos naturais e os desastres ambientais associados tornam urgente o replanejamento do ciclo de vida dos produtos. Conforme enfatiza Vezzoli (2023), esse processo exige considerar os materiais, consumo de energia e emissões em todas as etapas, da concepção ao descarte. Conforme o autor, a atual realidade exige que designers sejam capazes de projetar tendo como característica o baixo impacto ambiental, fazendo uso inteligente de recursos otimizados, atentando-se também às questões estéticas. Este trabalho explora justamente como as decisões em um processo de fabricação podem atender tanto a critérios de eficiência quanto a objetivos estéticos.

A translucidez é a propriedade de um material que permite a passagem de luz, por conta da sua baixa ou nenhuma cristalinidade estrutural (Lesko, 2012; Callister; Rethwisch, 2020). No design, essa propriedade é frequentemente explorada no desenvolvimento de artefatos luminosos, que buscam iluminar e decorar ambientes através da emissão e passagem de luz. A partir dessa perspectiva, é crucial que a seleção de materiais e parâmetros do processo de fabricação estejam alinhados com as propostas projetuais.

A relação entre processo, forma e função é um debate recorrente no campo do design. No funcionalismo, corrente ideológica do design de produto, defendia-se que grupos de objetos assumiriam, conforme a evolução das tecnologias fabris, uma forma ideal, ditada exclusivamente pela função (Cardoso, 2016). Defensores dessa visão utilizavam como argumento a história da garrafa de vinho:

(...) cuja evolução ao longo dos séculos teria conduzido supostamente a uma forma perfeita e perene. Tudo nela seria "funcional" e irretocável: a curvatura do gargalo, que permitia servir o vinho corretamente; a cor escura do vidro para proteger o vinho da luminosidade; a concavidade na parte de baixo, para capturar os sedimentos no fundo; e assim por diante (Cardoso, 2016, p. 105-106).

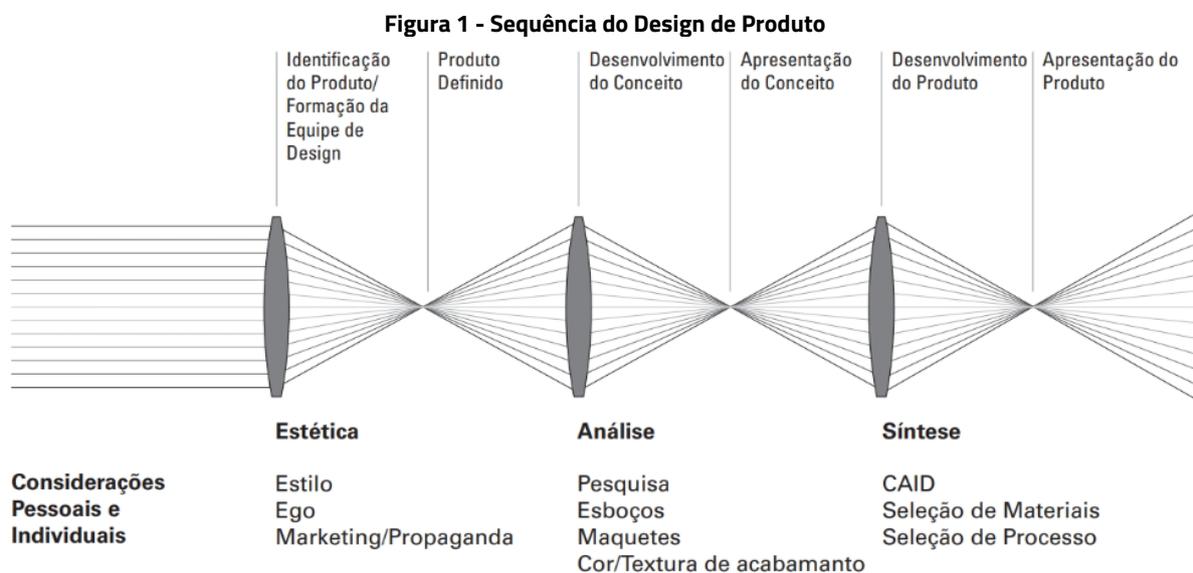
Apesar da projeção de um futuro formalmente unificado para uma série de objetos, o surgimento de novos processos de fabricação apresentou o cenário oposto: quanto maior a inovação tecnológica, maior a diversidade de formas e desejo por produtos customizados (Cardoso, 2016; Volpato, 2025). A manufatura aditiva (Impressão 3D), objeto deste estudo, é parte dessa discussão, no qual é possível explorar não apenas geometrias diversas, mas também diferentes qualidades estéticas a partir da variação de parâmetros (Lira, 2021; Volpato, 2025).

Com o surgimento da manufatura aditiva - MA, na década de 80, inova-se a forma de construir artefatos. Se antes era necessário preencher cavidades ou desbastar blocos para obter formas, a MA, popularmente conhecida como impressão 3D, surge como uma alternativa para a construção de peças a



partir da deposição de material, camada sob camada, abdicando de moldes (Volpato; Silva, 2025). A MA emerge, assim, como uma alternativa potencialmente mais sustentável, já que constrói camadas somente onde é necessário para construção do artefato (Sallenave *et al.*, 2020; Volpato, 2025). Entretanto, na prática, é comum que ocorram erros de impressão, peças falhas ou que não atendam às necessidades do projeto (Sallenave *et al.*, 2020; Buhagiar, 2022). A geração de resíduos por desalinhamento estético está diretamente relacionada à falta de conhecimento sobre as configurações de impressão, como acabamento superficial controlado pela altura de camada (Lira, 2021; Buhagiar, 2022; Volpato, 2025). Portanto, o domínio desses parâmetros pelo designer é essencial para mitigar o desperdício e atingir os resultados estéticos desejados, otimizando o uso de recursos desde a concepção do projeto, como sugere Vezzoli (2023).

O modelo da Sequência do Design de Produto proposta por Lesko (2012), ilustrado na figura 1, instrui que a seleção de materiais e processos seja considerada somente na etapa final do processo projetual. Seguindo a proposta do autor, a definição de estilo, cor e textura, assim como outros fatores de uso, excluirá alguns materiais e processos. Contudo, o modelo de Lesko (2012), é desafiado pelo atual cenário da fabricação digital, no qual a impressão 3D é encontrada em ambientes domésticos e espaços *makers*, tornando-se a principal ferramenta de manufatura desses espaços (Buhagiar, 2022; Volpato, 2025). A partir dessa perspectiva, há mudança na proposta projetual, visto que o processo de fabricação já foi definido. Nessa nova conjuntura, cabe então aos designers a exploração dos parâmetros do processo de impressão 3D para que seja atingida a “estética desejada”. Desse modo, a configuração da altura de camada, por exemplo, deixa de ser uma decisão técnica e passa a ser uma decisão de design, influenciando o acabamento, a textura e propriedades óticas, como a translucidez.



Fonte: Lesko, 2012

Visto que a manufatura aditiva por filamento possui características inerentes ao processo, como as camadas de impressão visivelmente aparentes (Volpato; Silva, 2025), presume-se que a manipulação de parâmetros pode influenciar nas propriedades de translucidez do artefato impresso. Contudo, a relação desses parâmetros com a passagem de luz ainda é academicamente pouco explorada, principalmente discussões que consideram o equilíbrio entre estética e eficiência produtiva.

Diante do exposto, o atual trabalho teve como objetivo investigar como a variação no parâmetro de altura de camada, que define o espaçamento vertical entre uma deposição de material e outra, afeta a passagem de luz por amostras impressas. Assim, os resultados obtidos oportunizam uma melhor definição de parâmetros para projetos que buscam por translucência, otimizando o uso de recursos. Por fim, este artigo apresenta a aplicação prática dos achados no desenvolvimento e prototipagem de uma cúpula de luminária.

2 IMPRESSÃO 3D DE ARTEFATOS LUMINOSOS

Frequentemente, a impressão 3D em filamento é percebida como uma técnica de acabamento inferior, cujas características superficiais são frequentemente camufladas em etapas de pós-processamento como lixamentos e pinturas (Volpato; Silva, 2025) ou até mesmo com tratamento químico para suavização das camadas aparentes (Pestano, 2022).



Entretanto, reconhecer e aceitar as características inerentes a esse processo de fabricação pode contribuir para a valorização da própria tecnologia, como é visto no âmbito mercadológico. A empresa Looz, especializada em artigos para iluminação, possui em sua loja virtual uma categoria de produtos produzidos exclusivamente por impressão 3D, evidenciando o uso da tecnologia. A empresa Looz (2025), que emprega impressão na manufatura de luminárias, afirma que a impressão 3D redefine os limites de fabricação com qualidade e sustentabilidade, fortalecendo o vínculo entre produto e tecnologia. Nas luminárias "Luminária Pendente e Mesa Cloude - Impressão 3D" (figura 2a) e "Luminária de Mesa Cleo - Impressão 3D" (Figura 2b), da Looz, ilustradas nas figura 2a e figura 2b, é possível verificar a passagem de luz pelos objetos produzidos por MA em filamento, evidenciando sua funcionalidade.

Figura 2 - a) Luminária Pendente e Mesa Cloude; b) Luminária de Mesa Cleo - Impressão 3D.



Fonte: Adaptado de Looz, 2025

O estúdio de design francês *Alt Light* trabalha exclusivamente com produtos fabricados por manufatura aditiva, especificamente com filamento PLA por ser um plástico de base vegetal. A luminária "*Lampe ALT Light L*", ilustrada na figura 3, não esconde sua origem na manufatura aditiva, pelo contrário, a expõe. A própria comunicação da marca ressalta que cada luminária é diferente e pode haver alguns pequenos defeitos devido ao processo de fabricação, mas que são pouco perceptíveis e não afetam o uso



ou a estética, tornando-o um objeto exclusivo. Na luminária em questão, fica nítida a visualização das camadas de impressão, principalmente no topo, onde há o cruzamento de linhas verticais e horizontais.

Figura 3 - Luminária *Lampe ALT Light L*



Fonte: Alt Light, 2025

Fica claro, a partir dos exemplos citados, que há espaço para uso da impressão 3D no design de produtos de iluminação. Em vez de ocultar características do processo, como as linhas de camada, designers estão se apropriando delas como elementos de expressão da tecnologia. Assim, o domínio de parâmetros de impressão deixa de ser uma questão exclusivamente técnica e se torna uma ferramenta, capaz de gerar textura e manipular a translucidez e, com isso, agregar singularidade aos artefatos produzidos. Essa mudança de pensamento justifica a investigação sistemática do impacto desses parâmetros, que, neste trabalho, tem como tema central a altura de camada.



3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para medir o impacto das definições de altura de camada na passagem de luz por peças produzidas em manufatura aditiva, amostras foram dispostas contra luz, em câmara escura, utilizando um fotômetro para medir a iluminância.

As amostras foram projetadas com 100mm x 100mm x 1mm. A área foi definida para cobrir totalmente a abertura da câmara de ensaio, enquanto a espessura de 1mm foi padronizada por ser representativa de uma parede fina em um produto de iluminação. Para configurações de parâmetros, utilizou-se o *software open source* UltiMaker Cura, definindo as temperaturas do bico e da mesa de impressão em 200°C e 60°C, respectivamente. No campo da altura de camada, único parâmetro variado entre as amostras, definiu-se para a amostra A1 a altura de 0,12mm, valor mínimo sugerido pelo programa, enquanto A2, A3, A4, A5, A6 e A7 foram definidas para 0,15mm, 0,2mm, 0,25mm, 0,3mm, 0,35mm e 0,4mm, respectivamente, conforme ilustra o quadro 1.

Quadro 1 - Parâmetros de impressão das amostras

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
Diâmetro do bico	0,4mm						
Altura de camada	0,12	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40
Largura da camada	1,2mm						
Contagem de linhas da parede	3						
Expansão horizontal	0mm						
Top layers	0						
Bottom layers	0						
Preenchimento	0%						
Temperatura do bico	200°C						
Temperatura da mesa	60°C						
Velocidade do bico	60mm/s						
Velocidade do resfriador	100%						
Tipo de adesão à mesa	Skirt						

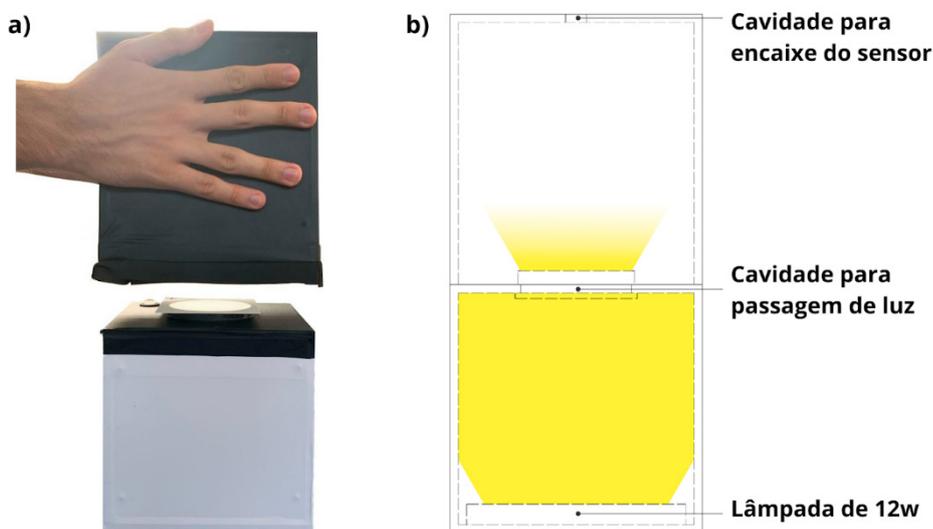
Fonte: Elaborado pelos autores, 2025



As amostras foram impressas utilizando um bico de 0,4mm e filamento de poli(ácido láctico) - PLA na cor branca, sendo esse o material mais popular na impressão 3D (Callister; Rethwisch, 2020), pois que apresenta pouca deformação e menor probabilidade de falhas durante o processo (Upadhyay; Mishra; Kumar, 2020).

O experimento foi realizado em uma câmara escura no Laboratório de Design e Seleção de Materiais da Universidade do Rio Grande do Sul, fabricada em MDF revestida com papel adesivo preto, para evitar reflexão de luz, e peças produzidas em impressão 3D com filamento preto. A estrutura da câmara é dividida em dois segmentos, sendo que no primeiro (base) há uma lâmpada led de 12W projetando luz em sentido ao topo. Entre as duas partes, na base, há uma cavidade para passagem de luz, onde as amostras são dispostas, como ilustra a figura 4a. Com a amostra acomodada, a câmara é fechada com o segundo segmento, que há um pequeno orifício para encaixe exato do sensor de luz direcionado, como ilustra a figura 4b. O dispositivo desenvolvido teve como base o estudo de Ray, Bhowmick e Ghosh (2022), que estudou a transmitância de tramas de tecidos.

Figura 4: a) Câmara escura aberta; b) Detalhamento da câmara.



Fonte: Autores, 2025

Como instrumento de medição da passagem de luz pelas amostras, utilizou-se o fotômetro Sekonic L-308S no modo Valor de Exposição - EV. Originalmente, o fotômetro é utilizado por profissionais da fotografia para ajustes manuais a partir da leitura da quantidade constante de luz capturada pelo sensor. A unidade de medida EV é incomum fora do campo da fotografia, por isso, aderiu-se a tabela de conversão



de EV para LUX, medida de iluminância, disponibilizada no próprio manual do equipamento, ilustrado na figura 5. Para fotografia das amostras contra luz, foi utilizado um *smartphone* Iphone XR (câmera traseira de 12MP), com abertura f1.8 e tempo de captura 1/360s.

Figura 5 - Tabela de conversão EV e LUX

EV	LUX	EV	LUX	EV	LUX	EV	LUX
0	2,5	5	80	10	2600	15	82000
0,5	3,5	5,5	110	10,5	3600	15,5	120000
1	5	6	160	11	5100	16	160000
1,5	7,1	6,5	230	11,5	7200	16,5	230000
2	10	7	320	12	10000	17	330000
2,5	14	7,5	450	12,5	14000	17,5	460000
3	20	8	640	13	20000	18	660000
3,5	28	8,5	910	13,5	29000	18,5	930000
4	40	9	1300	14	41000	19	1300000
4,5	57	9,5	1800	14,5	58000	19,5	1900000

Fonte: Adaptado de Sekonic, 2025

Como ponto de partida, sem nenhuma amostra disposta na câmara escura, o sensor do fotômetro capta 9.9EV (2600 Lux). Da mesma maneira, para cada amostra na câmara, o sensor capta um valor em EV a ser convertido para Lux, conferindo então o impacto da altura de camada da impressão 3D na passagem de luz. Valores de EV intermediários aos pré-estabelecidos na tabela foram convertidos para o próximo valor mais alto, onde 5,4 EV passa a valer 110 Lux, por exemplo.

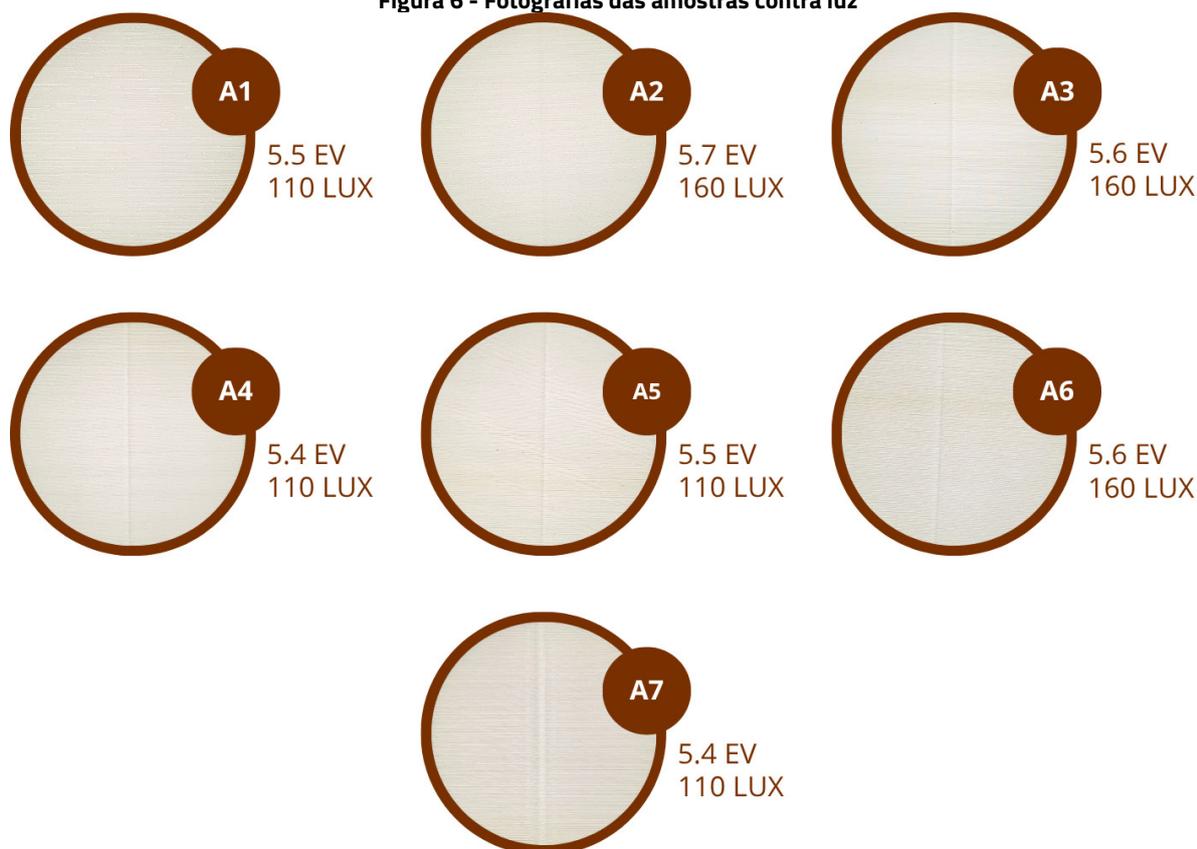
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A medição da passagem de luz pelas sete amostras revelou uma variação consideravelmente baixa, com valores de 5.5EV e 6EV. As chapas de menor (A1 – 0,12mm) e maior (A7 – 0,4mm) altura de camada, o fotômetro captou 110 Lux, o mesmo que nas amostras A4 e A5. Em contrapartida, as amostras A2, A3 e A6 registraram a captação de 160 Lux, que representa uma maior passagem de luz,



mas pouco relevante. Frente ao exposto, não foi observada uma correlação linear clara entre o aumento da altura da camada e a passagem de luz. As amostras foram fotografadas ainda dentro da câmara escura, compiladas na figura 6.

Figura 6 - Fotografias das amostras contra luz



Fonte: Autores, 2025

A falta de releção entre a altura de camada e captação de luz é relevante. Contudo, apesar da pouca diferença entre os valores de iluminância, observa-se que, conforme é elevada a altura de camada, características próprias da manufatura aditiva tornam-se ligeiramente mais evidentes, como a própria camada e o encontro do ponto inicial e final da deposição de material. Conforme Lira (2021), reforçado por Volpato (2025), isso se justifica pois a altura de camada controla a definição do objeto impresso, onde menores alturas de camada resultam em objetos mais definidos, com transição mais suave entre as camadas, enquanto valores maiores resultam na perda de definição.

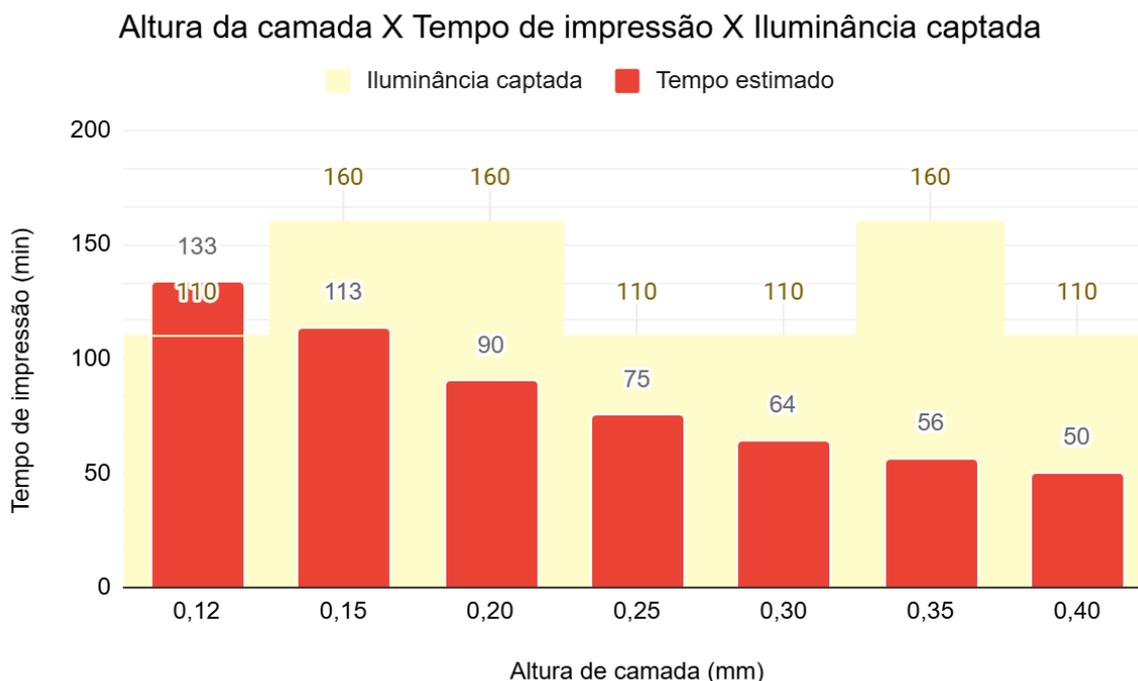
Outro fator observado foi os diferentes tempos de impressão diante as alturas de camada, fator também exposto em outras pesquisas (Loflin *et al.*, 2017; Wu, 2019) e testemunhado no cotidiano da



operação das impressoras. Conforme o *software* utilizado para a definição de parâmetro, *UltiMaker Cura*, o tempo estimado para produção das amostras caiu consideravelmente conforme aumentava-se a altura da camada, sendo essa a única variável manipulada. Ainda conforme o *software*, independente da altura de camada configurada, cada amostra utilizou 15g de material, ilustrando que o parâmetro isolado não impacta no consumo de material.

O tempo do processo de impressão impacta diretamente no gasto de energia, que deve ser otimizado, conforme Vezzoli (2023), além de impactar diretamente o fluxo de trabalho (Volpato; Silva, 2025). Extrapolando resultados quantitativos, considera-se então que a definição da altura de camada está muito mais relacionada ao acabamento estético desejado e disponibilidade de recursos do que à passagem de luz pelo objeto.

Figura 7 - Gráfico do impacto da altura de camada no tempo de impressão e passagem de luz



Fonte: Autores, 2025

A figura 7 sintetiza os resultados encontrados, evidenciando novamente o impacto da altura de camada no tempo de impressão, além de sobrepôr a iluminância captada em cada teste da câmara escura, que ilustra a baixa variação desses valores. A partir dessa perspectiva, entende-se que a definição da altura de camada utilizando bico de 0,4mm passa a ser estratégica para a otimização do tempo de uso do



maquinário. O planejamento estético do produto também está relacionado com esse parâmetro, já que características próprias da impressão 3D passam a ser mais evidentes com alturas maiores.

A fim de aplicar os conhecimentos explorados durante o atual trabalho, foi desenvolvida uma cúpula para luminária a ser produzida por impressão 3D. Desenvolvida no *software* Rhinoceros 3D, por meio do *plugin* Grasshopper, o design da cúpula teve a intenção de trazer a ideia de movimento, sendo realizada em quatro partes, encaixadas uma sobre a outra, com diferentes formas orgânicas e dimensões de 10cm de largura e 15cm de altura, conforme ilustra a figura 8.

Figura 8 - Resultado da cúpula impressa



Fonte: Autores, 2025

A partir dos testes com variações nos parâmetros e com a compreensão de que, dentre as possibilidades, a altura de camada de 0,35mm seria a melhor alternativa para a otimização entre tempo de produção e translucência, foi realizado o projeto de uma cúpula de luminária seguindo estes parâmetros, totalizando 183 minutos de uso de máquina e 62 gramas de material, como ilustra o quadro 2.



Quadro 2 - Tabela de uso de material e tempo de impressão para produção da luminária

	Base	Meio 1	Meio 2	Topo	Total
Diâmetro do bico	0,4mm				
Altura de camada	0,35				
Tempo de impressão	44min	47min	46min	46min	183min
Uso de material	15g	16g	15g	16g	62g

Fonte: Autores, 2025

Conforme os ponderamentos de Vezzoli (2023) sobre a otimização do ciclo de vida de produtos, ao atingir objetivos projetuais a partir de uma boa seleção de materiais e formas apropriadas (inclui-se aqui os parâmetros de produção), prolonga-se a vida útil do artefato. Assim, a concepção e produção da cúpula concretiza a discussão de que a definição de parâmetros para impressão 3D, como a altura da camada, viabiliza a produção de produtos eficientes e translúcidos pela manufatura aditiva.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho investigou o impacto de diferentes alturas de camada na translucidez de peças impressas em 3D. Através da produção de sete amostras, observou-se como cada uma se comportava contra a incidência de luz. Constatando que, comparando a transferência luminosa através da amostra e o tempo de impressão, a camada de 0,35mm foi a que mais se destacou como alternativa.

Com relação à duração da impressão, ciclos mais curtos otimizam a produção unitária e refletem significativamente em altas tiragens, sendo, portanto, um fator importante na fabricação. Além disso, do ponto de vista ambiental, tempos mais curtos de impressão podem significar menores gastos energéticos. Essa otimização, entretanto, precisa estar associada a outros parâmetros, para garantir a qualidade necessária do resultado e acabamento da impressão.

As variações de altura de camada permitiram visualizar que, conforme a medida da altura aumenta, acentuam-se as marcas características da impressão 3D, como camadas mais aparentes e o encontro do começo e fim da deposição de material. Na cúpula projetada, incorporam-se esse atributo como função estética, no acabamento superficial, e por sua função de translucidez, ao permitir a passagem de luz através do material.

Espera-se que o presente estudo possa contribuir em projetos que requeiram a seleção de materiais translúcidos, orientando a escolha da altura da camada na preparação do arquivo para impressão 3D.



Para a economia criativa, isso se traduz na viabilização de produtos de iluminação customizados e de alto valor agregado, permitindo que designers independentes e FabLabs compitam no mercado com peças autorais.

Como sugestão para trabalhos futuros, propõe-se a exploração de outros materiais poliméricos aplicados na impressão 3D, como Polietileno Tereftalato Glicol (PETG), que aparente possuir alta translucidez, e o Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS), bastante popular. Ressalta-se também a discussão a partir de filamentos em cores variadas, visto que as cores são importante no desenvolvimentos de produtos. Adicionalmente, sugere-se explorar os parâmetros de tipo e porcentagem de preenchimento das peças, a fim de avaliar seu impacto na translucidez do objeto.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

O presente trabalho foi realizado com apoio do CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - Brasil.

REFERÊNCIAS

ALT LIGHT TABLE LAMP L. Alt Light. Disponível em: <https://altright.fr/products/alt-light-table-lamp-l?-variant=48019247432022>. Acesso em: 12 mar. 2025.

BUHAGIAR, M. **Tecendo camadas:** um estudo sobre o uso doméstico da impressão 3D. 2022. Dissertação (Mestrado em Design) – Programa de Pós-Graduação em Design, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/45393/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O%20Marco%20Fernandes%20Buhagiar.pdf>. Acesso em: 11 fev. 2025.

CALLISTER, W.; RETHWISCH, D. G. **Ciência e Engenharia de Materiais - Uma Introdução.** 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2020. *E-book*. p.691. ISBN 9788521637325. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788521637325/>. Acesso em: 12 fev. 2025.

CARDOSO, R. **Design para um mundo complexo.** São Paulo: Ubu Editora, 2016.



LESKO, J. **Design Industrial** – Guia de Materiais e Fabricação. 2. ed. São Paulo: Editora Blucher, 2012. E-book. p.15. ISBN 9788521206576. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788521206576/>. Acesso em: 11 fev. 2025.

LIRA, V. M. **Processos de fabricação por impressão 3D**: Tecnologia, equipamentos, estudo de caso e projeto de impressora 3D. São Paulo: Editora Blucher, 2021. E-book. p.32. ISBN 9786555062960. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786555062960/>. Acesso em: 09 fev. 2025.

LOFLIN, W. A. *et al.* Effect of print layer height on the assessment of 3D-printed models. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 156, n. 2, p. 283–289, 1 ago. 2019.

LUMINÁRIA PENDENTE E MESA CLOUDE – IMPRESSÃO 3D – 2700K – BIVOLT. Looz. Disponível em: <https://looz.shop/collections/decorativos-3d/products/luminaria-pendente-e-mesa-cloude-impresao-3d-2700k-bivolt>. Acesso em: 12 mar. 2025.

LUMINÁRIA DE MESA CLEO – IMPRESSÃO 3D – 2700K – BIVOLT. Looz. Disponível em: https://looz.shop/products/luminaria-de-mesa-cleo-impresao-3d-2700k-bivolt?srsId=AfmBOooT94-ha5hq-jbpLv0AybtMJ95hPLdUUvRi-2ow26bb8mbA_5XU6. Acesso em: 12 mar. 2025.

PESTANO, V. **Processo de suavização com vapor de acetona aplicado a superfícies impressas por extrusão de filamento de abs**. 2022. 91 f. Dissertação (Mestrado em Design) – Escola de Engenharia / Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2022

RAY, A.; BHOWMICK, N.; GHOSH, S. Designing of Woven Textile Fabrics for Greenhouse Covering Material. **Journal of The Institution of Engineers (India): Series E**, v. 103, n. 2, p. 179–188, 1 dez. 2022.

SEKONIC. Operating Manual: Flashmate L-308S. Disponível em: <https://images.salsify.com/image/upload/s--DVKmAlt--/lulc9sektajqfjhiabf.pdf>. Acesso em: 5 fev. 2025.

SALLENAVE, G. C. *et al.* Contribuições para a discussão de resíduos gerados pelo processo de fabricação por filamento fundido. In: **Design em pesquisa**. Porto Alegre: Marcavizual, 2020. v. 3p. 244–258.

UPADHYAY, R. K.; MISHRA, A. K.; KUMAR, A. Mechanical Degradation of 3D Printed PLA in Simulated Marine Environment. **Surfaces and Interfaces**, v. 21, 1 dez. 2020.



VEZZOLI, C. **Design para a sustentabilidade ambiental**. São Paulo: Editora Blucher, [2023]. E-book. p.26. ISBN 9786555067699. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786555067699/>. Acesso em: 12 fev. 2025.

VOLPATO, N. **Tecnologias e aplicações da manufatura aditiva**. São Paulo: Editora Blucher, 2025. E-book. p.27. ISBN 9788521225065. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788521225065/>. Acesso em: 10 jul. 2025.

VOLPATO, N.; SILVA, J. V. Planejamento de processo para tecnologias de AM. In: **Manufatura aditiva; Tecnologias e Aplicações da Impressão 3D**. São Paulo: Editora Blucher, 2017. E-book. p.98. ISBN 9788521211518. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788521211518/>. Acesso em: 12 fev. 2025.

WU, J. Study on optimization of 3D printing parameters. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. **Anais**...Institute of Physics Publishing, 3 ago. 2018.