

# GUIA ILUSTRADO PARA PREPARAÇÃO DE MODELOS VIRTUAIS E IMPRESSÃO 3D EM ODONTOLOGIA

*Data de aceite: 03/07/2023*

**Maurício Barbieri Mezomo**

<http://lattes.cnpq.br/8632910011333686>

**Paula Guerino**

<http://lattes.cnpq.br/4288079249947753>

**Maria Karoline Dorneles Moreira**

<http://lattes.cnpq.br/6698266716786336>

**RESUMO:** A impressão 3D se faz presente há anos no setor industrial, entretanto novas tecnologias e aplicações foram desenvolvidas nos últimos anos para a área odontológica. A chegada da tecnologia 3D no mercado odontológico, impulsionou o fluxo de trabalho digital possibilitando cada vez mais inovações e tecnologias para o cirurgião dentista, técnico e paciente, reduzindo custos e tempo de trabalho, fatores primordiais no dia a dia clínico. A odontologia digital provém da realização de procedimentos virtuais, tornando-os menos invasivos, mais rápidos e que possam trazer mais conforto ao paciente, avanço das tecnologias de diagnóstico e tratamento, ampliação do leque de materiais e acessibilidade de equipamentos. Devido a isso, produziu-se um material didático de orientação aos cirurgiões-dentistas a

respeito do manuseio em planejamento virtual e impressoras 3D de resina para facilitar o dia a dia clínico, elencar as particularidades do processo de ajuste dos modelos digitais e revelar os aspectos negativos e positivos do presente avanço digital na odontologia.

**PALAVRAS- CHAVES:** odontologia digital; impressão 3D; planejamento virtual.

## 1 | INTRODUÇÃO

A manufatura aditiva ou a impressão tridimensional (3D), como é conhecida no meio odontológico, se faz presente há mais de 30 anos no setor industrial, entretanto, novas tecnologias e aplicações foram desenvolvidas nos últimos anos para a área odontológica em que agregaram para o progresso da mesma (HUAMANI et. al, 2021). Associado a isso, a odontologia digital provém de um conjunto de técnicas modernas, alicerçadas em estudos de casos através do meio digital. Ou seja, realização de procedimentos virtuais, tornando-os menos invasivos, mais rápidos e que possam trazer mais conforto ao paciente (POLIDO, 2010 e HUAMANI et

al., 2021).

Com a ampliação da procura odontológica no mercado industrial e as diversas inovações, impulsionou-se o fluxo de trabalho digital, trazendo mais inovações e tecnologias para o cirurgião-dentista, técnicos e pacientes, reduzindo custos e tempo de trabalho, fatores primordiais no dia-a-dia clínico. Desta maneira, a facilidade de planejamento dos casos, a comunicação entre profissionais e entre o dentista e seus pacientes também surgem como importantes vantagens. Assim como a simplicidade de armazenamento da documentação, que não apresenta risco de perda ou quebra do modelo, além de não ocupar espaço físico, há agilidade na confecção do modelo de estudo, pois não se faz necessário várias etapas no atendimento, como escolha de moldeira, preparo de material de moldagem e envio ao laboratório, não havendo o risco de bolhas e alterações dimensionais que podem ocorrer durante a moldagem (CAMARDELLA et al., 2014). Contudo, uma importante limitação sobre a odontologia digital deve ser considerada, a ausência de material para orientação dos cirurgiões-dentistas para utilização deste recurso tecnológico de forma prática e segura

Os *softwares* para impressão 3D, baseiam-se na preparação de um modelo tridimensional digital, para posteriormente imprimir um modelo físico. Para obtenção do arquivo digital, é necessário um escâner 3D, que transformará o objeto real em um arquivo virtual com (OBJ, PLY, 3DS ou STL). Os documentos se apresentam de forma tridimensional, capazes de serem copiados e impressos com maior fidelidade, devido à sua ampla geometria, pois armazenam informações como dados de um sistema duplo e sistematizam a aparência, a cena e até animações, quando necessário (POLIDO, 2010).

Embora a técnica de moldagem e modelagem ainda seja a mais utilizada por mais de 80 anos, existem outras maneiras de obtenção de modelos, como por tomografia (CBCT), escaneamento de moldagem ou de modelos e escaneamento intraoral (Rosin, H. 2021). Entretanto, mesmo havendo grandes vantagens na obtenção de modelos digitais, há duas grandes dificuldades para a inovação digital: o alto custo dos equipamentos e a falta de conhecimento necessário para dominar a técnica e utilização dos *softwares* essenciais (CAMARDELLA et al., 2015).

Tendo em vista a dificuldade em se obter informações técnicas no assunto, foi elaborado um material didático para profissionais da área a respeito da odontologia digital, com ênfase em impressão 3D, para uso em seus consultórios e/ou laboratórios. Estas novas ferramentas facilitam a prática e a perspectiva diária dos profissionais, aspirando que o uso das impressoras 3D por cirurgiões-dentistas vêm trazendo inúmeros benefícios como agilidade no diagnóstico e comunicação, planejamento e previsão dos procedimentos. Com base nestas peculiaridades, faz-se necessário o estudo dessas ferramentas tecnológicas para a odontologia.

## 2 | METODOLOGIA

O trabalho foi realizado através de uma pesquisa bibliográfica, utilizando artigos obtidos nas bases de dados PubMed, Scielo e Google Acadêmico, utilizando as seguintes palavras-chaves: impressão 3D (*print 3D*), CAD/CAM, escâner (*scanner*), ortodontia digital (*digital orthodontics*), modelos 3D (*3D models*). Além disso, foi utilizado sites como referências em conteúdo não disponíveis em artigos. Baseado nos conhecimentos adquiridos, foi organizado uma material de todas as etapas necessárias desde a obtenção do escaneamento até a finalização do modelo impresso, com isso criou-se o guia ilustrado com um passo-a-passo didático e acessível sobre o tema.

As impressoras 3D, na sua totalidade, fundamentam-se na fabricação aditiva, a qual assenta a maneira de adição de produtos até o resultado final, seja de forma líquida ou sólida, com o auxílio de um tipo de luz, se materializa no desejado. Há diferentes tipos de impressoras 3D, são elas: fabricação com filamento fundido (FDM ou FFF), estereolitografia (SLA), processamento de luz direta (DLP), sinterização seletiva a laser (SLS), sinterização direta a laser de metal (DMLS), fusão seletiva a laser (SLM), fusão de feixe de elétrons (EBM), fabricação de objetos laminados (LOM), jato de tinta (Inkjet) e polyjet. Descrito a seguir as mais comuns no mercado de trabalho.

A impressora SLA, faz o uso de resina líquida, utiliza luz ultravioleta para polimerizar as camadas, tais camadas que tem altura única entre 0,05 a 0,15mm geralmente. (BADOTTI, 2003). Ela contém uma cuba, a qual é preenchida com o líquido de resina no interior da plataforma, que faz movimentos verticais para polimerização e confecção do produto. Para esse processo ocorrer, é necessário o arquivo ser pré processado em um software fatiador, o qual serve como base de informações, onde envia para a plataforma a referência da fatia do modelo virtual que deve ser polimerizado, pelo feixe de luz. Quando a camada é atingida pelo laser, os fotoiniciadores estimulam uma reação que promove a formação de uma cadeia polimérica entre os monômeros da resina, ocorrendo a solidificação de camada em camada (ARTIS, 2006).

Semelhante a SLA, a impressora do tipo DLP, difere-se apenas pela fonte de luz, que é utilizado luz tradicionais, como a lâmpada de arco.

A impressora por extrusão de material, é o tipo mais usado, por ser de fácil manipulação e depósito de matéria prima, porém possui um acabamento inferior. O processo não desperdiça material durante ou após a produção do protótipo, exigindo pouca necessidade de limpeza e permitindo sua instalação em ambientes não industriais (WOHLERS, 1993). O tipo de fabricação com filamento fundido (FDM ou FFF), ocorre pela deposição de um fio de material, fornecido por uma extrusora através de uma bobina, onde é aquecida e amolecida, o bocal da extrusora realiza movimentos na horizontal e vertical para controlar o fluxo de material para formação do objeto, permitindo que o material seja depositado em camadas. Ao final de cada camada a plataforma desce e o cabeçote inicia a

deposição de mais material para a seguinte camada, repetindo a operação até a conclusão do modelo (ARTIS, 2006).

## 2.1 MANUFATURA

Como exemplo de impressão 3D foi utilizado a impressora do tipo DLP, marca e modelo Anycubic Photon S, que têm o volume de impressão de 115mm x 65mm x 155mm, apresenta uma resolução de 10-50µm de camada, o processo dura em torno de 20mm/h, foi utilizada a resina Quantum 3D. Primeiramente foi realizada a calibração da impressora, através da impressão de peças de calibragem padrão, para verificar as dimensões e qualidade das peças impressas estavam corretas, posteriormente foi realizada a impressão 3D do modelo digital com extensão de arquivo .STL, obtido através de escaneamento intraoral (marca e modelo do scanner), que posteriormente foi encaminhado para o *software* Meshmixer, para realizar a preparação do modelo em meio virtual, corrigindo e adaptando-o. Após esta correção, o modelo é transferido para o *software* CHITUBOX, onde foi realizado o fatiamento da peça nas devidas dimensões escolhidas, determinou-se as áreas e peculiaridades de impressão, encaminhando os arquivos para a impressão propriamente dita e, após a finalização, realizou-se o tratamento pós impressão, que equivale à lavagem, secagem e cura final da peça impressa.

## 2.2 CAPTAÇÃO DE IMAGENS

Durante o processo de manufatura do modelo ortodôntico na impressora 3D, foi realizada a captação de cada passo exercido para confecção do guia, no qual inclui manuseio com a impressora, com o arquivo, *softwares* e o tratamento final da peça.

## 2.3 CONFECÇÃO DO GUIA

A elaboração do guia é a união de todo o material recolhido: imagens, dados e opiniões, para futuramente auxiliar no dia-a-dia clínico dos profissionais de uma forma simples e prática. Nele, está exposto o passo-a-passo detalhado de cada fase da produção do modelo ortodôntico e quais as melhores maneiras de obter um modelo impresso com qualidade.

### 3 | GUIA ILUSTRADO



#### 3.1 REGULAGEM DA IMPRESSORA 3D LCD

##### 3.1.1 Nivelamento da plataforma

O nivelamento da plataforma é o primeiro detalhe estabelecido, pois é ele que vai reger a conduta da impressão. A plataforma deve ser nivelada tanto verticalmente quanto horizontalmente, ficando alinhada e nivelada para conceber os movimentos de forma coesa. A figura 1 disponibiliza imagens da plataforma desnivelada, necessitando ser ajustada, e a figura 2 apresenta a plataforma após o nivelamento, em ambas direções.

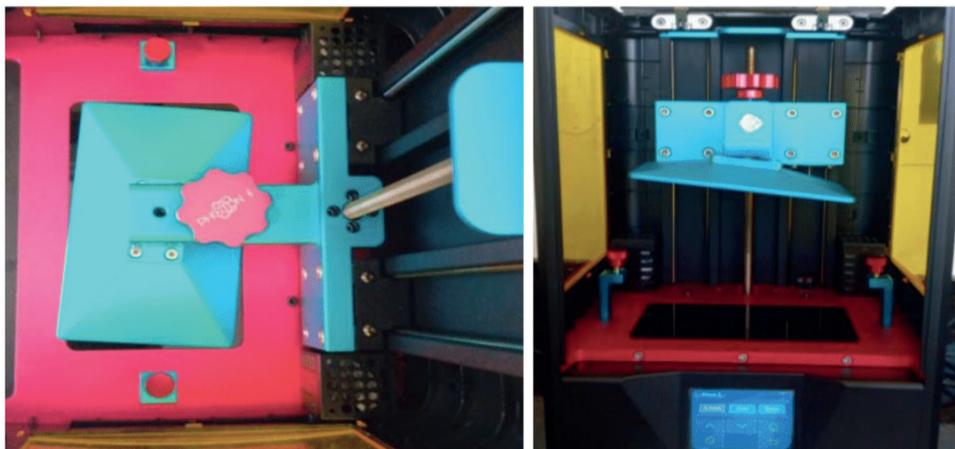


Figura 1: Impressora com plataforma não alinhada e nivelada.

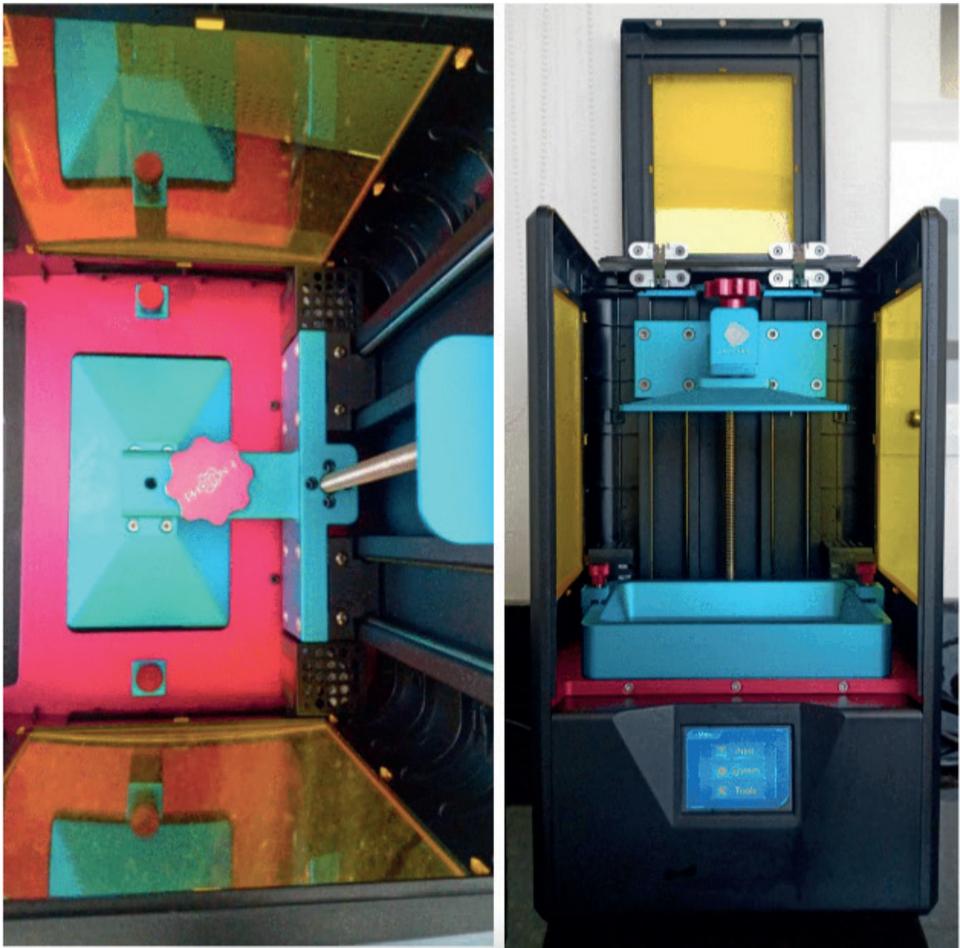


Figura 2: Impressora com plataforma alinhada e nivelada.

### 3.1.2 Definição do ponto zero (Z=0)

A fixação do ponto zero da altura da plataforma é um dos pontos primordiais no nivelamento da impressora, pois será o suporte e o receptor de luz para polimerização das camadas iniciais de resina em determinadas alturas. A figura 3 mostra a manipulação desta etapa, com o auxílio de uma folha branca A4 normal dobrada, baixa-se a plataforma até que a folha fique levemente presa, determinando-se assim o ponto zero das futuras impressões, que corresponde a distância mais próxima da plataforma ao LED. Um ponto zero nivelado significa termos uma camada inicial de espessura mais uniforme ao longo da plataforma.

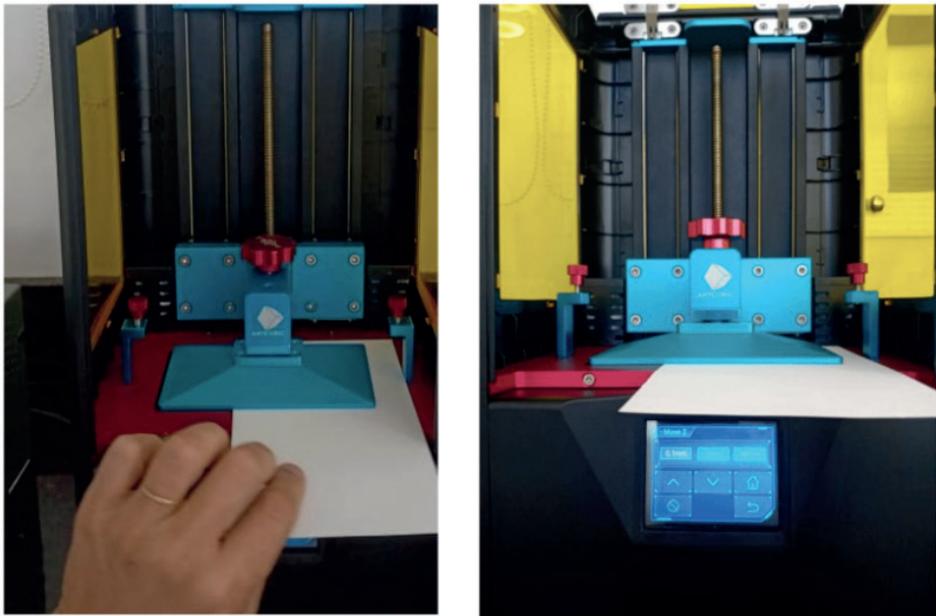


Figura 3: Definindo o ponto zero (Z=0)

### 3.1.3 Instalação do tanque e adição de resina

O processo de instalação do tanque (figura 4 A) e abastecimento de resina (figura 4 B) constitui duas etapas primordiais no andamento da regulagem da impressora. No qual é necessário que esteja firme e com uma quantidade razoável de material, existe uma marcação no interior do tanque mostrando o nível necessário, de forma que não tenha resina em excesso para não transbordar durante a impressão e para que seja possível a plataforma ficar submersa e acontecer a polimerização sem existir movimentos ou falta de material.

A



B



Figura 4: impressora com o tanque instalado (A) e sendo adicionada resina líquida (B).

## 3.2 CALIBRAGEM DA IMPRESSORA

É a etapa responsável pela padronização para futuras impressões, que deve ser realizado previamente a todas etapas para não ocorrer distorções durante a impressão. Após o equipamento e *software* de fatiamento serem padronizados conforme as informações necessárias, qualifica-se as peças impressas.

### 3.2.1 Arquivo .STL com as medidas padrões

Neste estágio, é necessário escolher os arquivos de “calibração” disponíveis, contribuindo para a calibragem da impressora, de acordo com as figuras 5 a 8. As marcas de resinas e impressoras disponibilizam tais arquivos, os quais devem ser selecionados de

acordo com a necessidade de uso, priorizando uma padronização de impressão.

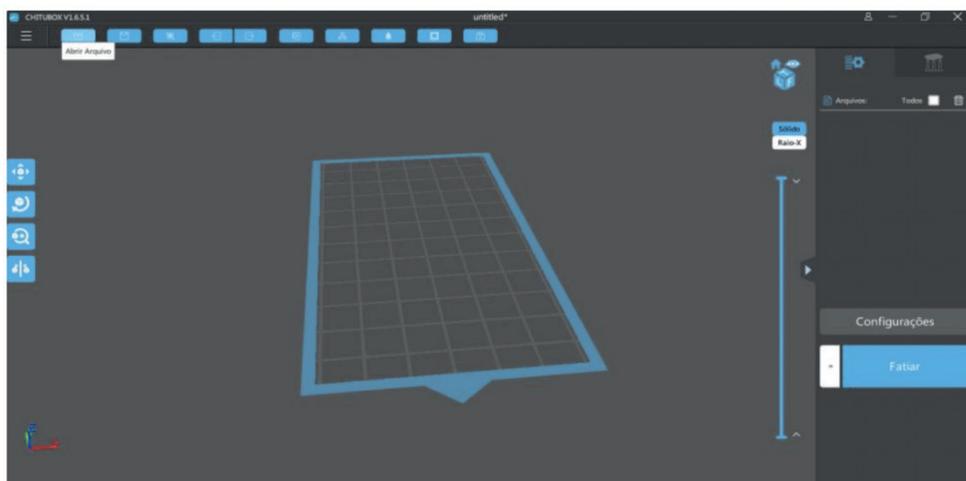


Figura 5: Página inicial do *software* CHITUBOX.

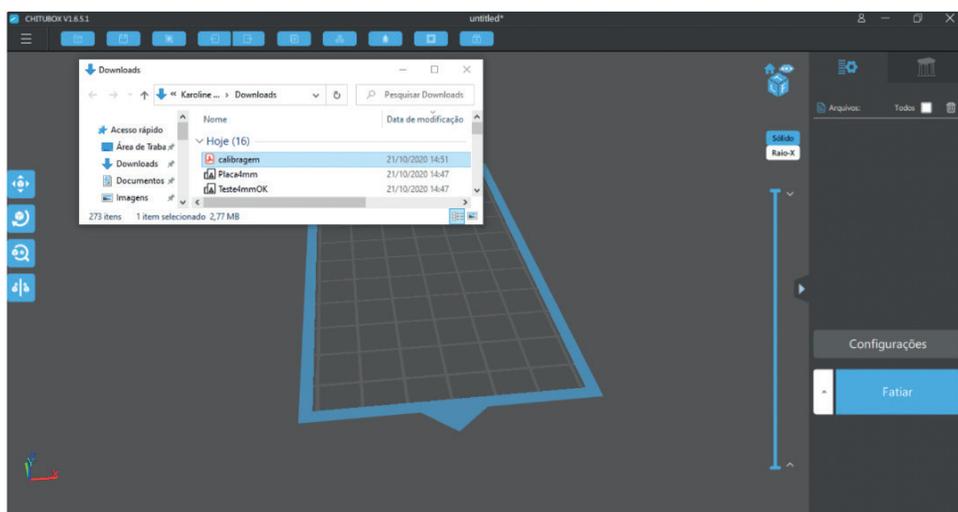


Figura 6: Escolha e transferência dos arquivos.

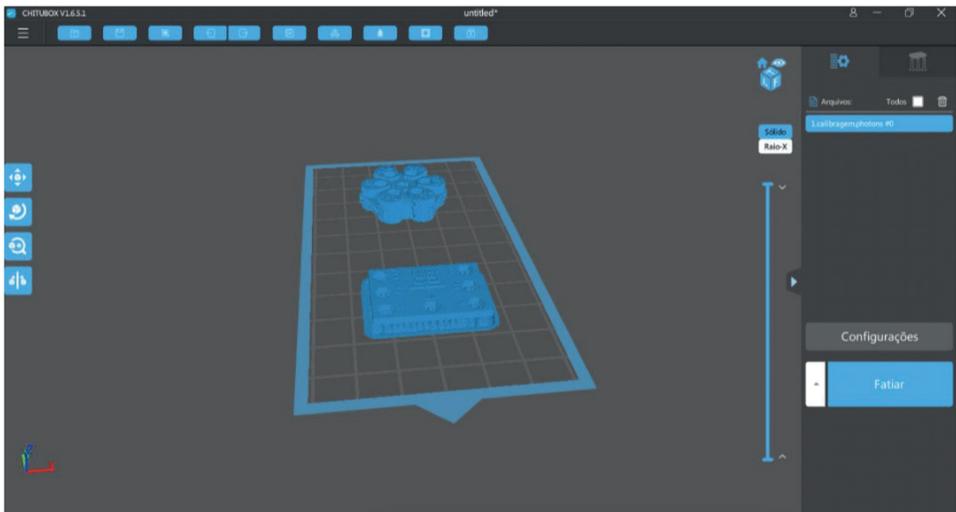


Figura 7: Distribuição das peças na plataforma

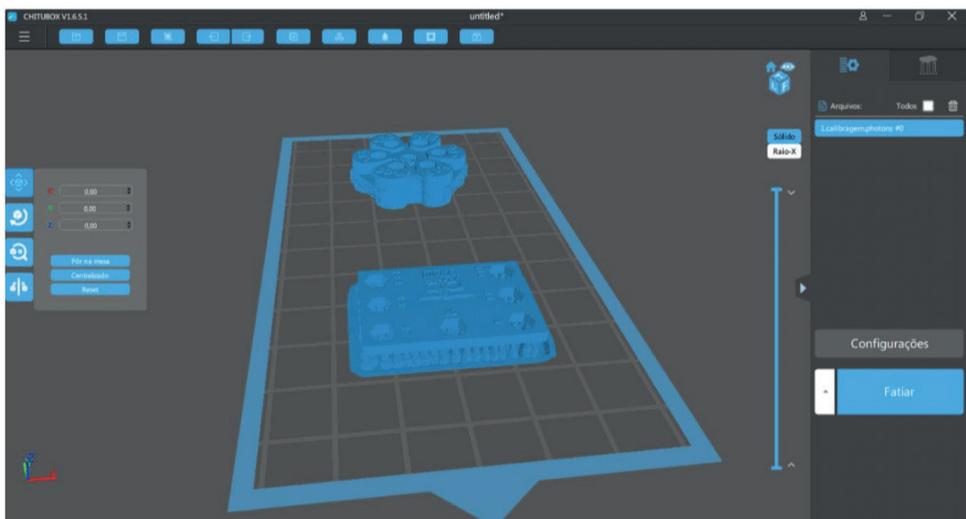


Figura 8: Ajustes de posição das peças.

### 3.2.2 Importação e posicionamento

Abrir os arquivos “calibração”, com medidas padrão fornecidas no *software* de fatiamento (neste caso, CHITUBOX), posicionar como desejado na plataforma, respeitando as características necessárias, como: objeto plano, distribuição e necessidade de suportes (figuras 9 e 10).

As peças devem ser posicionadas na plataforma de maneira plana, encostadas totalmente na superfície e orientadas quando posicionadas corretamente a área mudará

de cor (ficará verde), o que indica que a parte suporte da peça está totalmente apoiada.

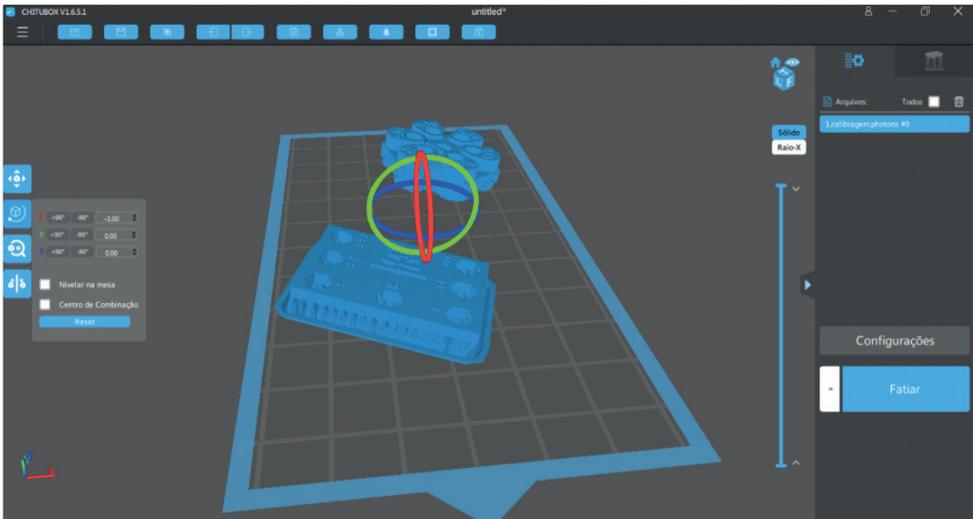


Figura 9: Posicionamento e redirecionamento das peças sob a plataforma.

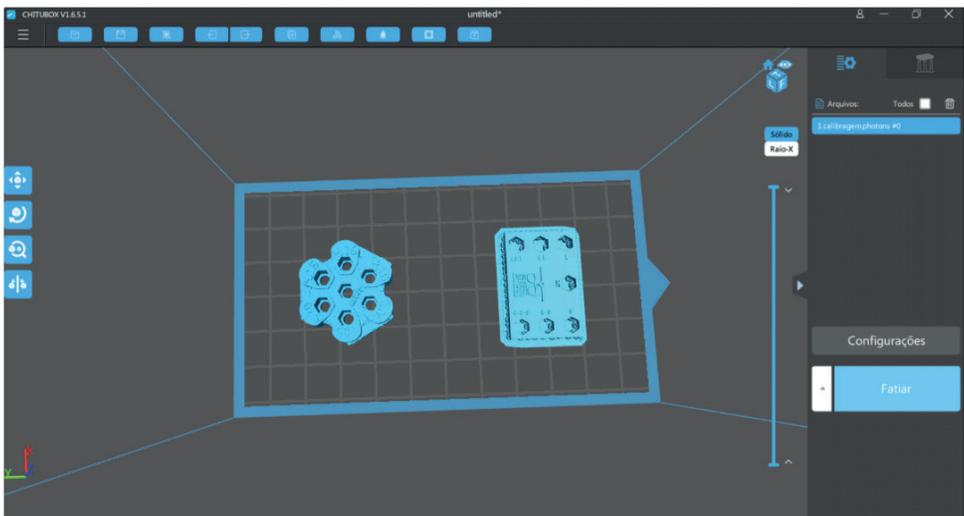


Figura 10: Peças posicionadas e prontas para o fatiamento.

### 3.2.3 Definir configurações para impressão de acordo com o tipo de resina

Nesta etapa é necessário fazer as definições para impressão no software de escolha, neste caso o CHITUBOX. Escolhe-se a impressora, o tipo de material a ser impresso (resina líquida), densidade, valor, quantidade de material, tempo de exposição das camadas de

suporte e das demais camadas, alturas das camadas e as particularidades da base para existir um suporte mais resistente (figuras 11 a 14).

Estas definições são necessárias para a exportação do arquivo e impressão do modelo 3D, no arquivo exportado estão as seguintes configurações (figura 14 B):

- Camadas da base: primeiras camadas a serem impressas, serão a fixação do objeto na plataforma, elas devem ser mais resistentes, ou seja, devem ser polimerizadas por um tempo maior que o restante da peça para garantir a fixação da mesma à plataforma de impressão.
- Tempo de exposição da base: deve ser maior que o habitual, pois ela deve estar mais polimerizada, já que todas as camadas serão formadas subsequentemente.
- Altura das camadas: parte de escolha das alturas de cada camada a ser polimerizada, pode variar, dependendo da impressora. Na Anycubic, em questão, essas camadas variam de 0,05 a 0,01, pois quanto menor, mais precisa se torna a impressão e proporcionalmente leva mais tempo para o objeto ser impresso.
- Tempo de exposição: tempo de polimerização das camadas, processo em que a luz incide na região necessária para polimerizar a resina apenas onde se deseja.

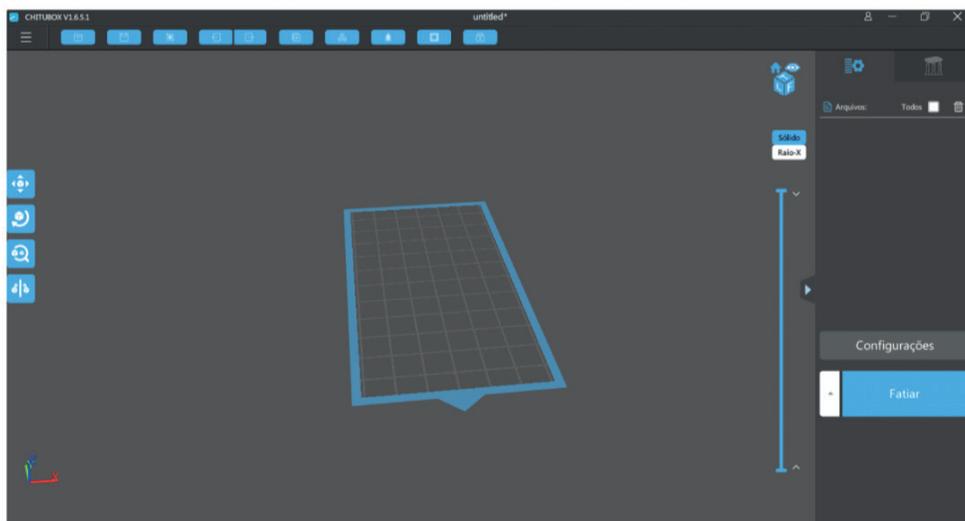


Figura 11: Na página inicial, clicar em configurações, abrirá uma segunda aba.

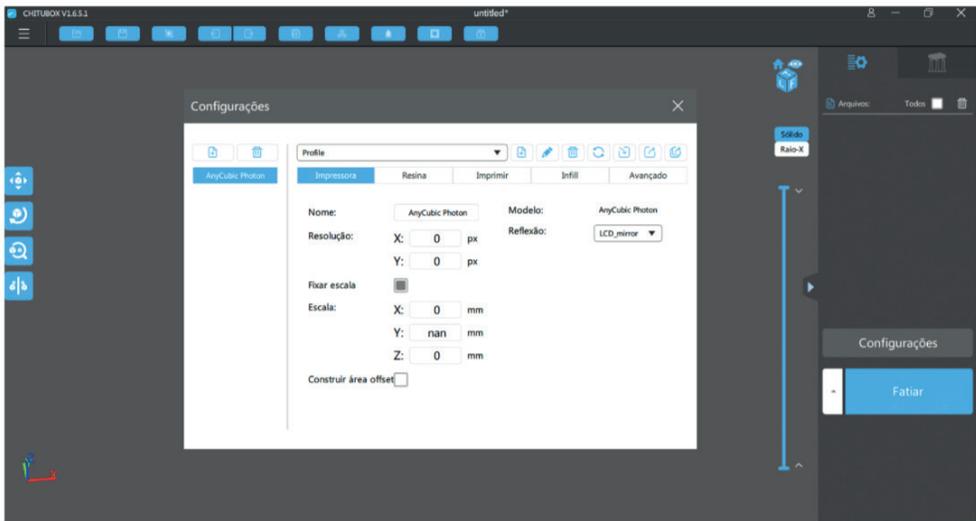


Figura 12: Aba das configurações, ajustes específicos para a impressão na Anycubic.

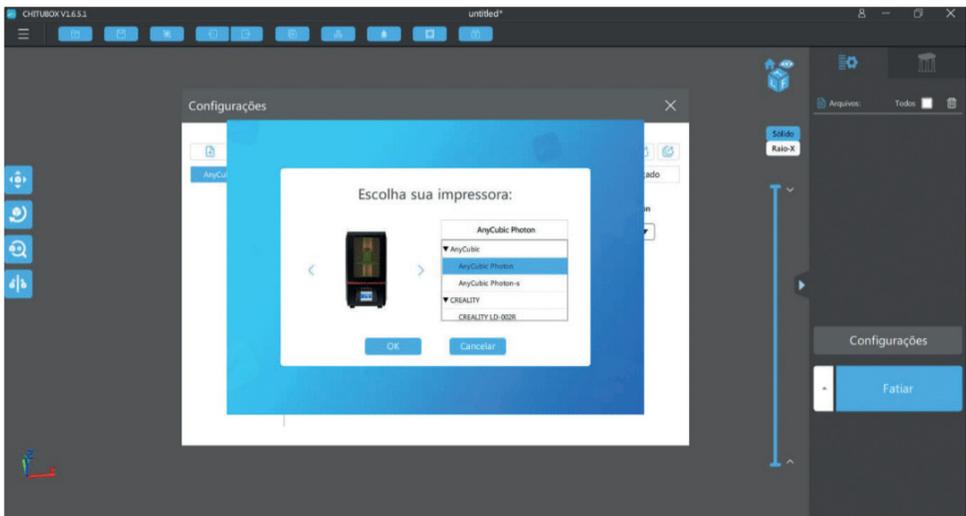


Figura 13: Seleção da impressora a ser utilizada.

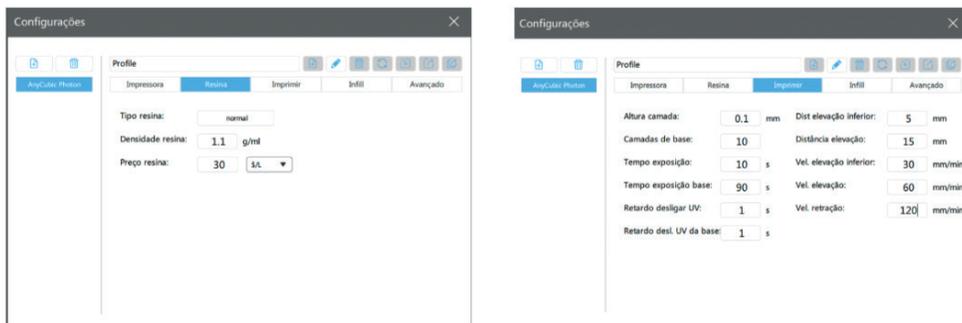


Figura 14: Configurações de regulagem da impressora no *software* CHITUBOX.

### 3.2.4 Fatiamento e armazenamento

O fatiamento corresponde a transformação do arquivo 3D em várias fatias, como imagens que serão projetadas pela fonte de luz, ou seja, em camadas a serem impressas (figura 15). Já o armazenamento é onde todas as informações de regulagem da impressora são realizadas, tipo de resina e fatiamento são definidas para serem salvas no arquivo e posteriormente reproduzidas na impressão (figura 16).

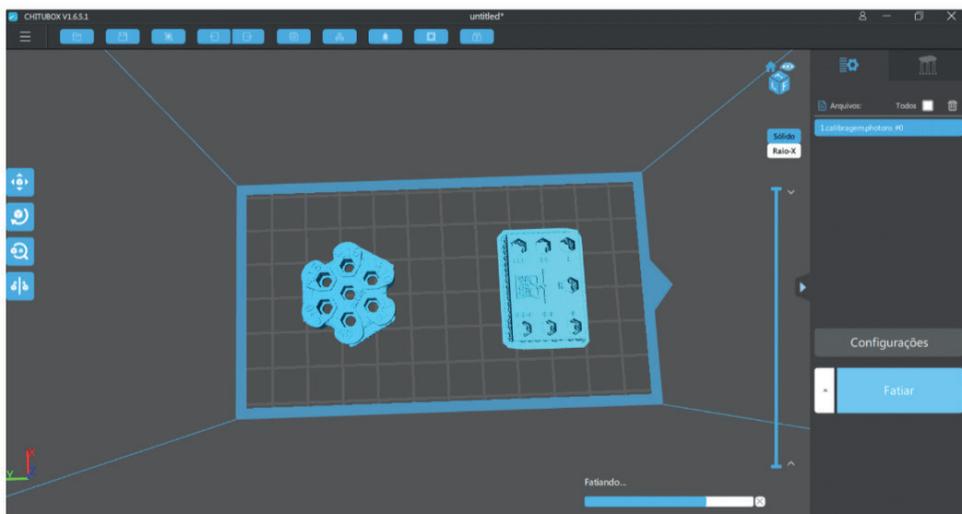


Figura 15: Fatiamento das peças para impressão.

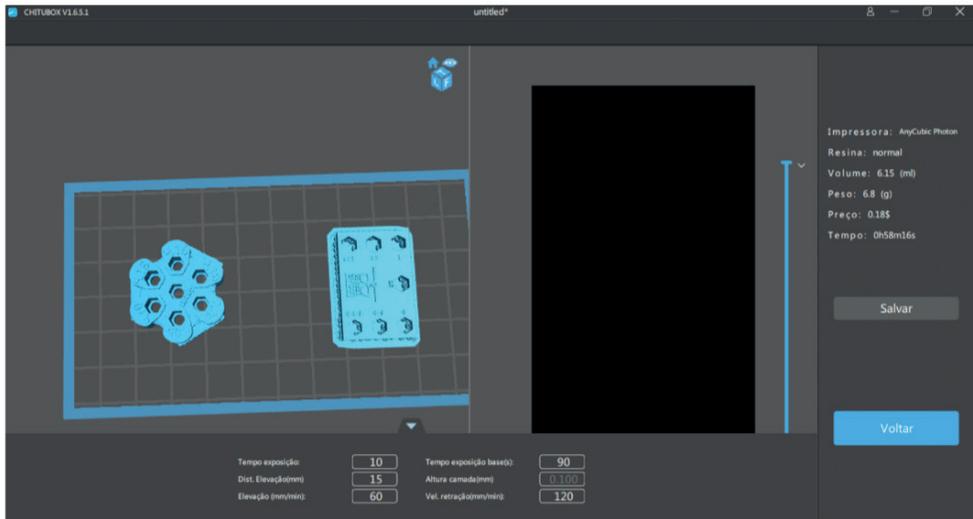


Figura 16: Arquivamento da peça para envio a impressora.

### 3.2.5 Pós-processamento

Esta etapa corresponde aos cuidados necessários posteriormente à impressão 3D, baseando-se em uma lavagem para remoção de excesso de resina não polimerizado aderida ao modelo, secagem e uma polimerização final.

#### 3.2.5.1 Lavagem

Para remoção de excesso de resina líquida não polimerizada e limpeza do modelo impresso utiliza-se álcool isopropílico e um agitador magnético também pode ser feita com lavadoras ultrassônicas ou a jato de álcool isopropílico. É necessário usar o álcool isopropílico devido a resina ser hidrofóbica, devido a isso, a água não consegue limpar a resina não polimerizada que fica na impressão, então o álcool hidratado ou a própria água não é ideal, por isso a escolha.

Nesta etapa o ideal é que seja realizada em duas fases para evitar a saturação do álcool, em que na primeira o álcool esteja mais contaminado com o excesso de resina eliminada e na segunda etapa, o álcool seja para uma limpeza mais precisa. É necessário que esta etapa seja realizada com luvas nitrílicas.

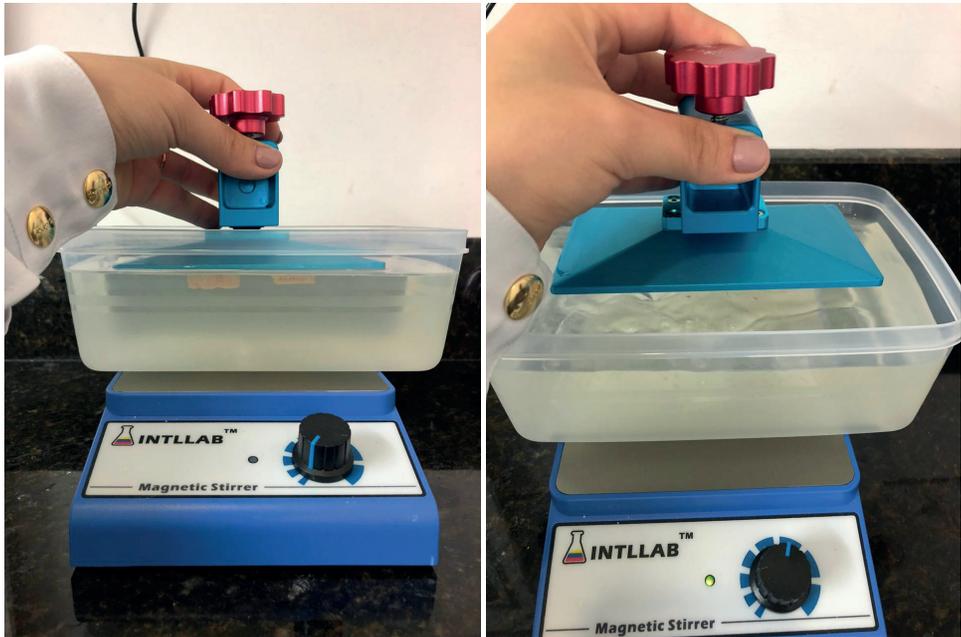


Figura 17: lavagem das peças de calibragem para limpeza e excesso de resina, com álcool isopropílico.

### 3.2.5.2 Polimerização adicional (pós cura)

A polimerização final, é realizada após a secagem das peças, após a lavagem, posteriormente então efetuado em uma câmara com luz *led*, durante 45 a 60 minutos (este tempo varia de acordo com a potência do LED e com as propriedades químicas da resina utilizada). Em algumas resinas e leis, 5 minutos basta para a pós-cura, para polimerização adicional da resina com a intenção de finalizar a cura e produzir um modelo mais resistente, de acordo com a figura 18 abaixo.

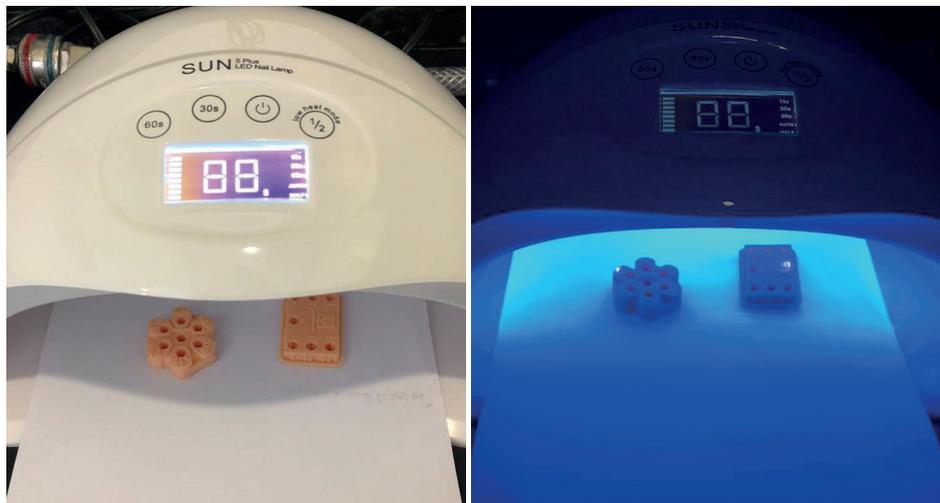


Figura 18: Pós cura.

### 1. Calibração da resina

Esta etapa tem o objetivo de calibrar o tempo de exposição UV na resina utilizada. Devido a presença de diversas resinas para impressão 3D, a quantidade de fotoativadores é variável, é fundamental a calibração para que o objeto impresso tenha o tamanho real ao arquivo original. As calibrações podem ser feitas com a cópia negativa da chave allen hexagonal de 4mm, por exemplo.

Nesse momento afere-se a qualidade da impressão, os ajustes pré estabelecidos da impressão, realizado os testes com a chave allen de 4mm nas peças impressas (figuras 19 a 22) e caso necessário, reajusta (figura 23).



Figura 19: Peças impressas para calibragem da impressora (placa e hexágono) e chave allen 4mm para regulamentação.

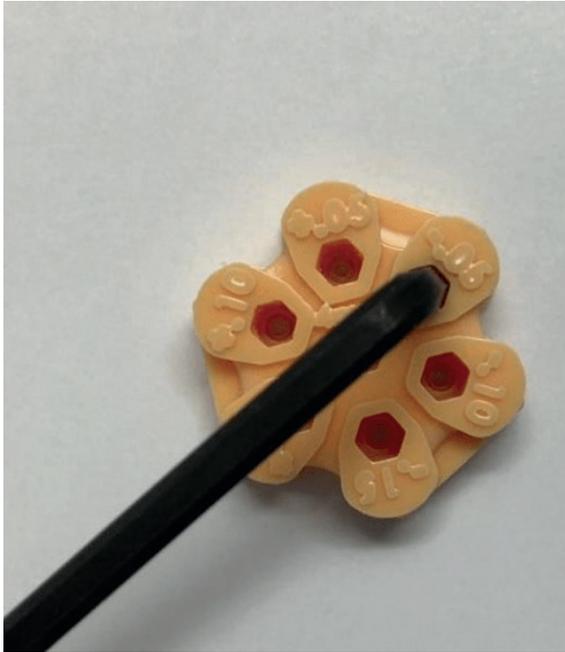


Figura 20: Hexágono do teste de calibração da impressão no ponto “-”, o qual é aceitável, entrar justo.



Figura 21: Hexágono do teste de calibração da impressão no ponto “central”, o ideal.



Figura 22: Hexágono do teste de calibração da impressão no ponto “+0,5”, o qual é aceitável, entrar frouxo.

### 3.2.6.1 Se necessário recalibrar

A recalibração consiste em realizar novamente as etapas da calibragem, cumprindo as necessidades de ajuste de cada peça deformada, seja pelo excesso ou falta de polimerização. Caso o encaixe sem folga aconteça no furo +10, deve-se aumentar o tempo de cura em 2 segundos. Caso o encaixe sem folga aconteça no furo -15, deve-se diminuir o tempo em 3 segundos. Ou seja, a cada 0,5 é necessário aumentar ou diminuir 1 segundo. A figura 26 apresenta um exemplo de recalibração.

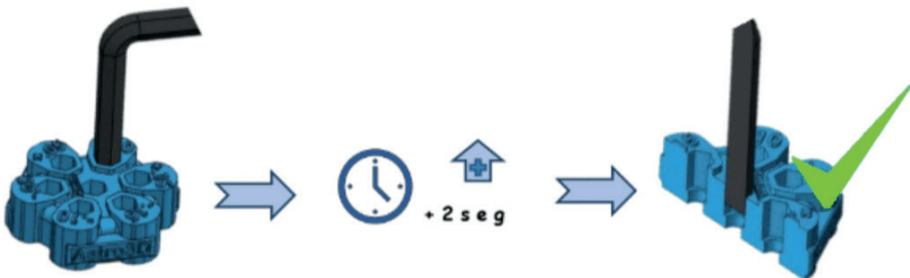


Figura 23: Recalibração.

### 3.3 MODELAGEM 3D

É o processo de desenvolvimento de uma representação geométrica de qualquer superfície tridimensional de um objeto, através de *softwares* especializados, ou seja, criação de modelos pré-impressão. Na odontologia, a modelagem geralmente acontece no momento do escaneamento, etapa primordial de trabalho (HUAMANI et al., 2021).

A técnica utilizada neste trabalho foi o escaneamento intraoral (Figura 24), o qual se refere em um sistema de captação de imagem diretamente no meio bucal, funcionando através da projeção de uma fonte de luz infravermelha para obter imagens das estruturas, onde a imagem é gerada por pontos, e cada um desses tem sua coordenada de acordo com a localização. Em cada imagem, o escâner coleta dados sobre a distância destes pontos e inúmeras imagens são criadas para registrar o volume (DARTORA et al., 2014). No final, as imagens são obtidas, armazenadas e interpretadas posteriormente por um *software* capaz de organizar e alinhar, gerando códigos tridimensionais, criando a imagem 3D virtualmente, em formato de arquivo STL., o qual é disponível em três dimensões e possível realizar o manuseio da peça virtualmente (MEDINA-SOTOMAYOR; PASCUAL-MOSCARDÓ; CAMPS, 2018).

O uso desse meio tende a simplificar, automatizar e nivelar a qualidade das superfícies de tecidos moles e duros da cavidade bucal (BERNARDES, 2012). Além de reduzir o tempo clínico, não gera desconforto ao paciente, nem contaminação cruzada, economiza a quantidade de material de moldagem e proporciona uma melhor comunicação entre profissionais, assim como o resultado pode ser guardado por um longo período (MANGANO et al., 2017). Porém, apresenta algumas desvantagens, como a presença da saliva, que pode eliminar o pó em alguns equipamentos (pó o qual é usado para distinguir áreas metálicas)(somente em scanners mais antigos), assim como na superfície dos moldes, gerando alterações, e também há a necessidade de uma padronização durante a moldagem, pois a limitação de abertura bucal e posicionamento dos dentes na arcada são outros fatores que podem contribuir para uma imprecisão do modelo digital, devido à dificuldade da reflexão da luz. Uma boa luminosidade do local é um fator primordial pois pode afetar a precisão e tempo de digitalização (isso depende do scanner) o infravermelho não necessita esta luz por ex. (GRAF, VASUDAVAN, WILMES, 2018).

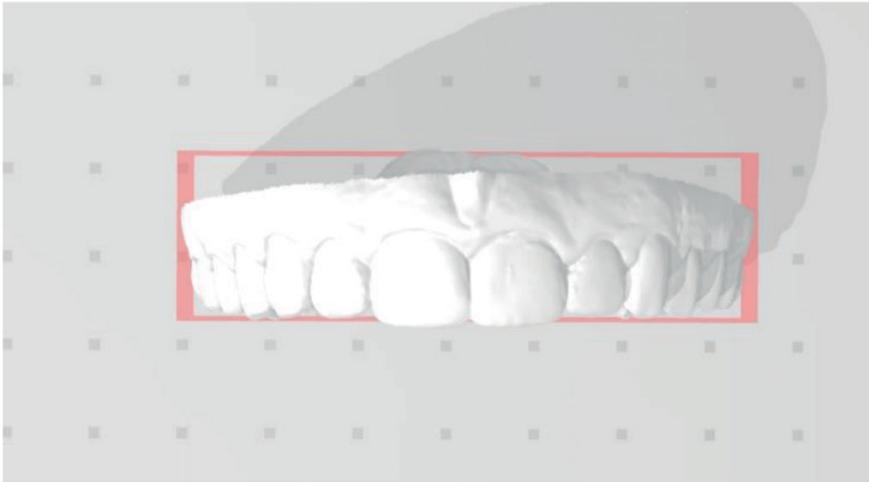


Figura 24: Escaneamento intraoral em tons de cinza.

#### 1. Exportação do arquivo (.STL)

Este formato é o principal e mais útil na impressão 3D, tem como finalidade a transferência simples de informações dos modelos. Foi criado também por Hull, tem como finalidade a transferência simples de informações dos modelos CAD desenvolvidos para a sua impressora 3D. Este formato é baseado em diversos triângulos com diferentes tamanhos, que formam a teia, capaz de ser reconhecida pela impressora e gerar o objeto. O arquivo por ser baseado em diversos triângulos com diferentes tamanhos, que formam uma teia, capaz de ser reconhecida pela impressora e gerar o objeto, exemplificado na Figura 25, é pouco maleável não convertendo sua geometria drasticamente, entretanto armazena informações compatíveis para a área, sendo o arquivo universal (OLIVAREZ, 2010).

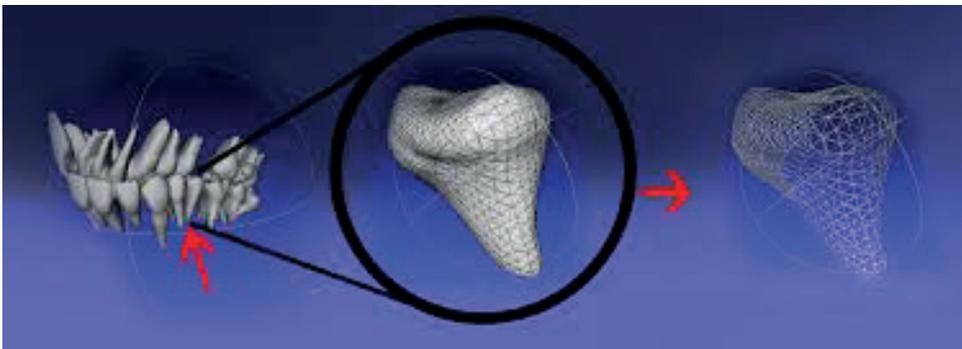


Figura 25: Processo de geração de malha em formato .STL. Fonte: LIMA, 2016

## 1.1 Meshmixer

O *software* Meshmixer, é o programa de tratamento pós inclusão do arquivo. O qual realiza os procedimentos pré impressão, assim como determina a posição, altura, largura, comprimento da impressão do objeto. Este programa também permite a manipulação e correção dos arquivos digitais para posterior impressão.

O *software* utilizado para preparação da peça, no caso detalhado sucedeu-se através dos seguintes passos:

1º passo: escolher um arquivo STL, que será utilizado para recortar e ajustar, se necessário.

2º passo: importar o modelo para o *software*. Clicar na primeira opção disponível na tela do programa (+ *import*), escolher o arquivo disponível em .STL localizado em determinada pasta do computador.

3º passo: centralizar o modelo na plataforma, clicar em “*edit*” no menu lateral, escolher a opção “*align*” e clicar em “*accept*”, logo após em “*transform*” para movimentar a peça na área de suporte, com o setor vermelho movimentos para o lado esquerdo e direito, setor azul para cima e para baixo e o setor verde para frente e para trás, alinhando o modelo na plataforma, basta salvar as edições em “*accept*” novamente. (figura 26 e 27).

4º passo: delimitar as áreas desejadas, cortando os campos desnecessários (figuras 29 e 30). Para iniciar os cortes do modelo, delimita-se as áreas fundamentais e importantes para que não se perca o objetivo da impressão, clicando “*plane cut*” dentro do menu “*edit*”, com o botão esquerdo do mouse, segurar e arrastar como se fosse uma faca, separando em duas partes. Ainda no menu “*edit*”, selecionar “*separate shells*” para separar as partes que foram cortadas (figura 31).

6º passo: regularizar os bordos (figura 32), nesta etapa é necessário ser detalhista, não exagerar e manter o aspecto individual da peça, é preciso ir na aba direita, clicar em “*sculpt*”, depois “*brushes*” e escolher a melhor opção para regularizar o arquivo, existem 13 opções disponíveis no *software*, vai depender da escolha do operador.

7º passo: exportar o arquivo em .STL (figura 33) e encaminhar para o *software* de pré impressão CHITUBOX (programa fatiador de arquivos a serem enviados à impressora Anycubic Photon S), pois nesse caso, precisa-se deste *software* devido as informações necessárias para impressão. Em que o *software* CHITUBOX tem a capacidade de fatiar o arquivo STL em várias camadas para ser enviada uma por uma para a impressora, com a determinada altura de cada camada, a impressora receberá as informações e incidirá a luz apenas no local correto para polimerização da resina.

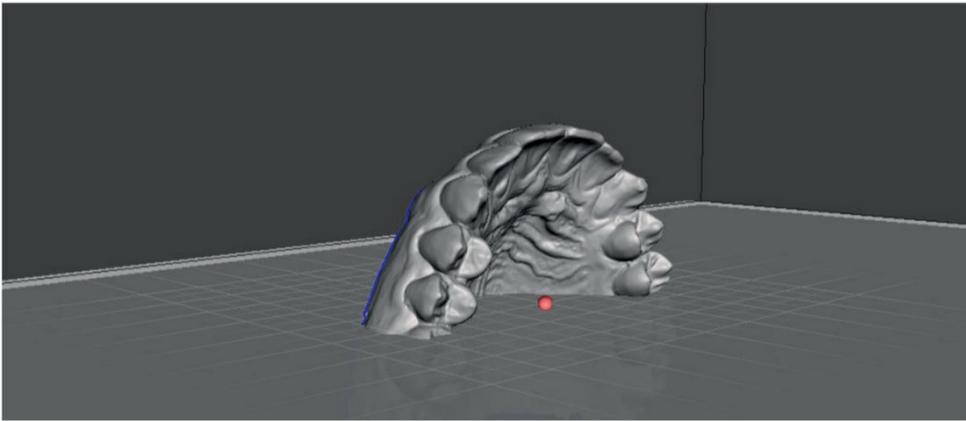


Figura 26: Arquivo importado ao software.

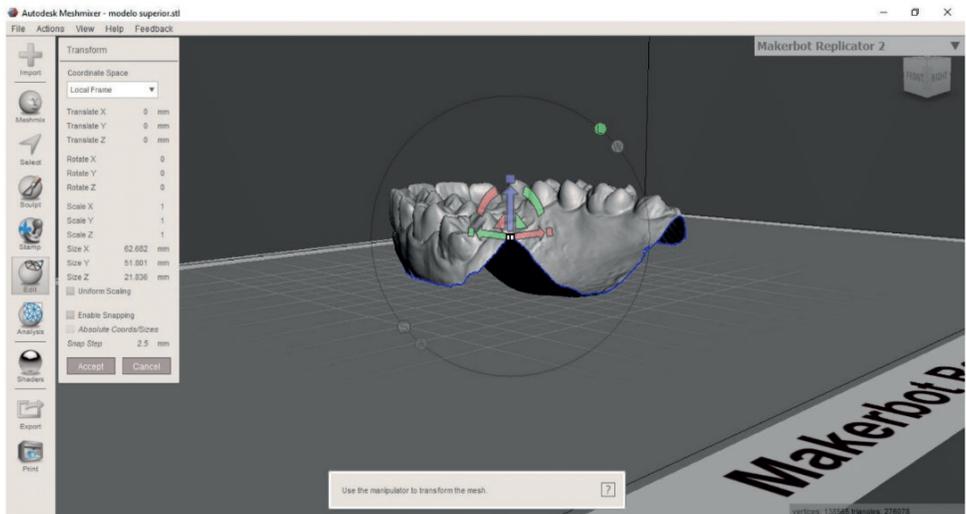


Figura 27: Centralizando o modelo na plataforma.

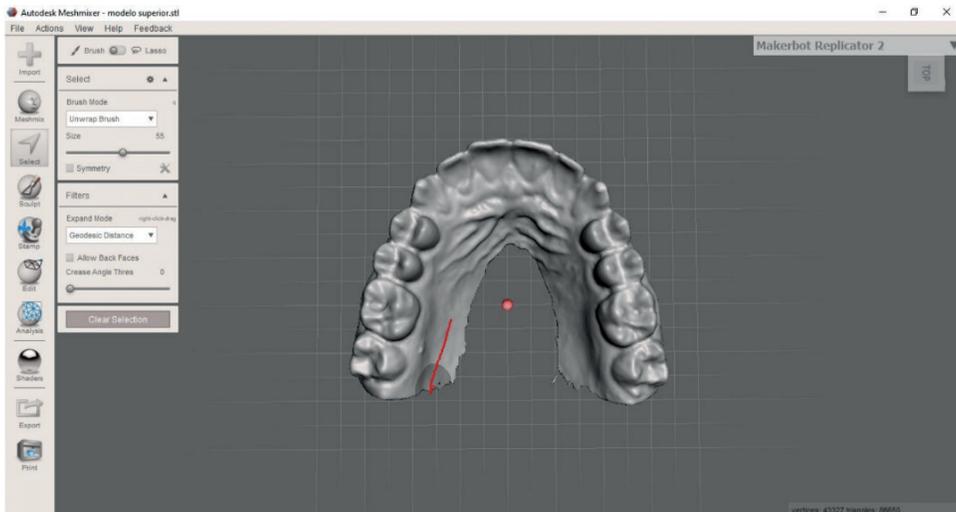


Figura 28: traçando as áreas desejadas.

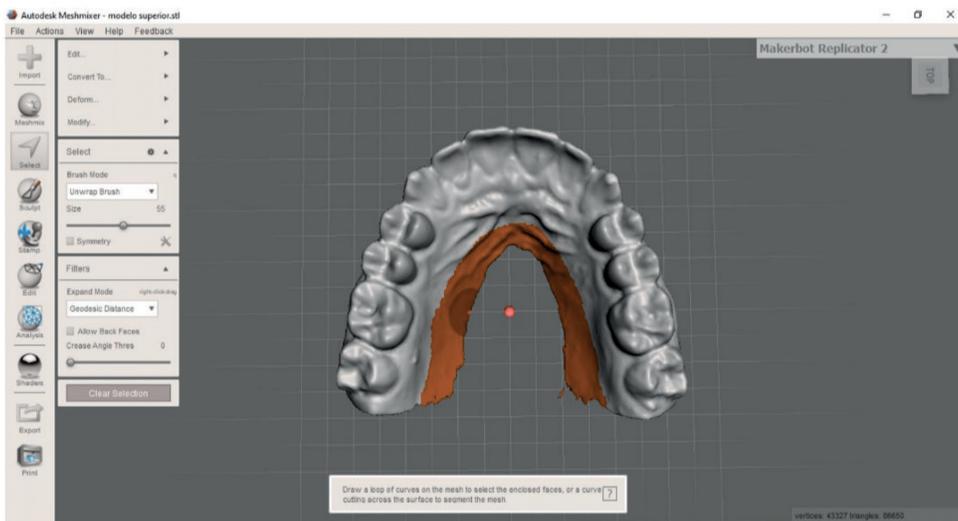


Figura 29: Delimitando as áreas desejadas.

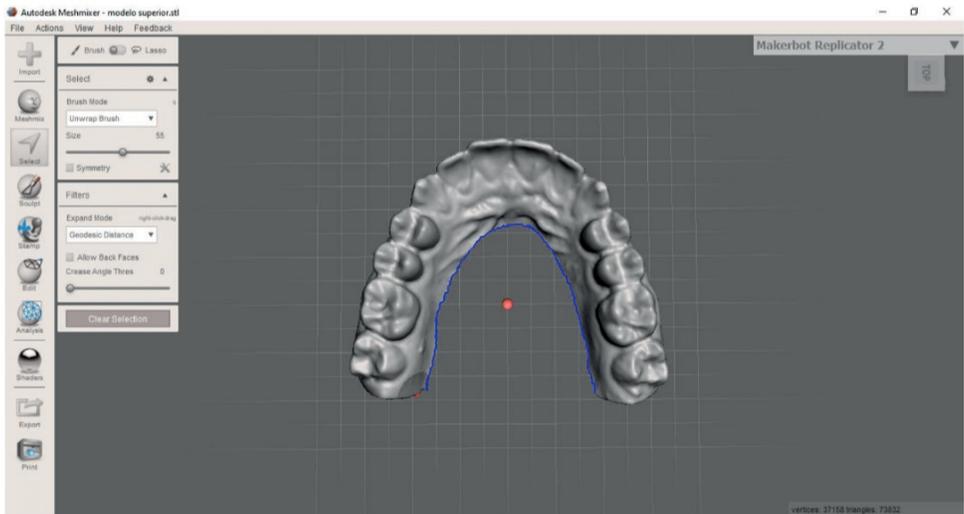


Figura 30: área delimitada.

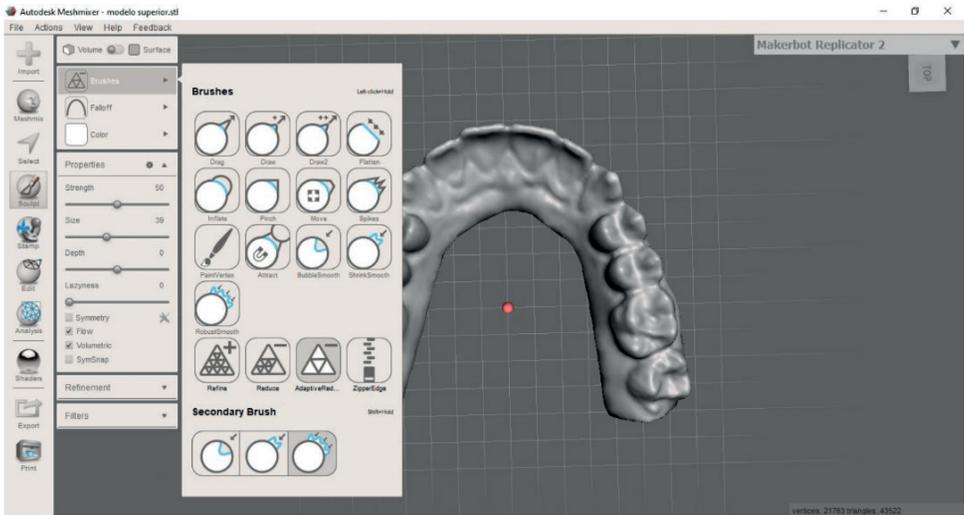


Figura 31: regularizando as bordas pós delimitação.

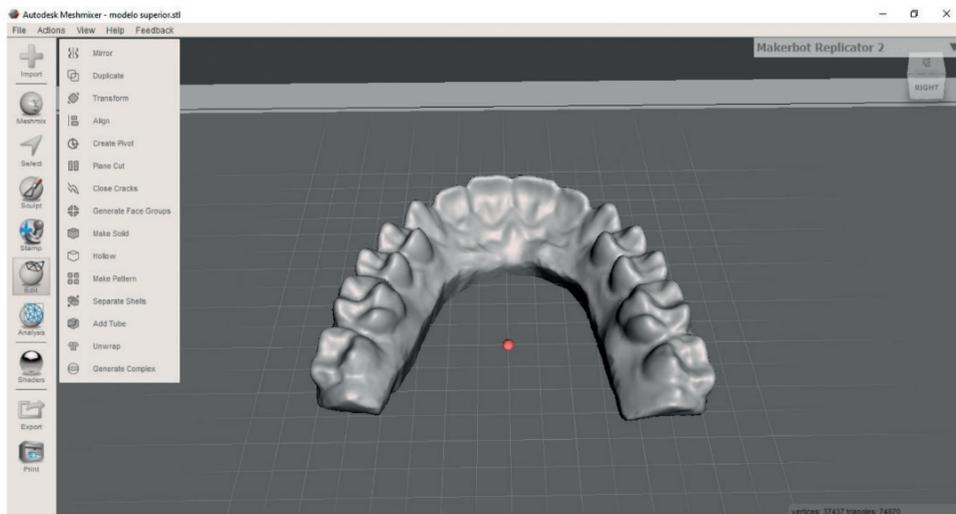


Figura 32: arquivo pronto, exportando.

## 2. PROCESSAMENTO DE ARQUIVO

É o procedimento de planejamento para impressão propriamente dita, ou seja, é realizada a organização das peças, disposição na plataforma, fatiamento em finas camadas, tempo de impressão, volume de material necessário, resolução e a necessidade de suporte (HUAMANI et al, 2021). Neste caso, o *software* escolhido para preparação da peça é o CHITUBOX, disponibilizando as informações necessárias que posteriormente serão enviadas para a impressora. Ou seja, será o programa de controle da impressão, que interpretará as informações e encaminhará à impressora. Nele, os passos serão realizados nas seguintes etapas:

1. Escolher o arquivo (figura 34).
2. Dispor o arquivo na plataforma (figura 35).
3. Ajustar a peça de modo que ela fique totalmente apoiada e no interior na plataforma (figura 36), que tenha suporte e não fique “em falso” para na hora da impressão não se solte e flutue em meio a resina (figura 37 e 38). Caso a peça a ser trabalhada não tenha uma base sólida e seja irregular, adicionar suportes disponíveis na aba de configurações no canto superior direito, automaticamente o programa escolherá os melhores lugares e distribuirá (figura 39).
4. Fatiamento da peça, no caso do trabalho o modelo odontológico (figura 40 e 41).
5. Salvar o documento no tipo de arquivo *.photon*, o qual é reconhecido pela impressora, no pen drive (figura 42).
6. Encaminhar para a impressão, plugando o pen drive na impressora 3D.

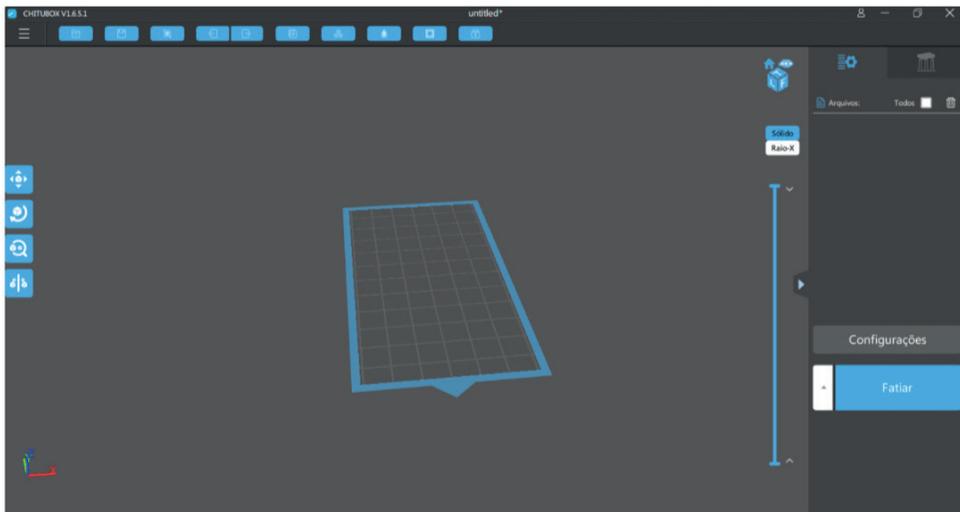


Figura 33: demonstração do *software* CHITUBOX, escolha do arquivo.

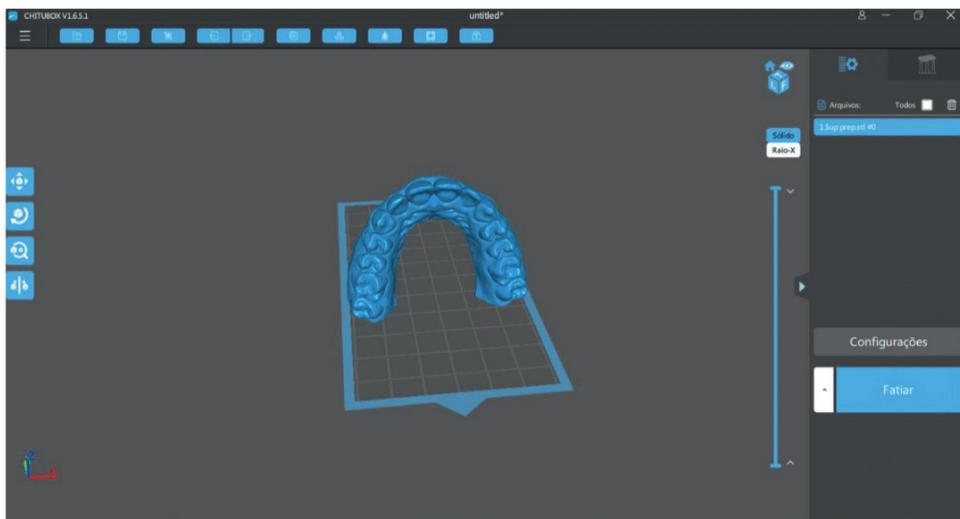


Figura 34: Demonstração do *software* CHITUBOX, escolha do arquivo.

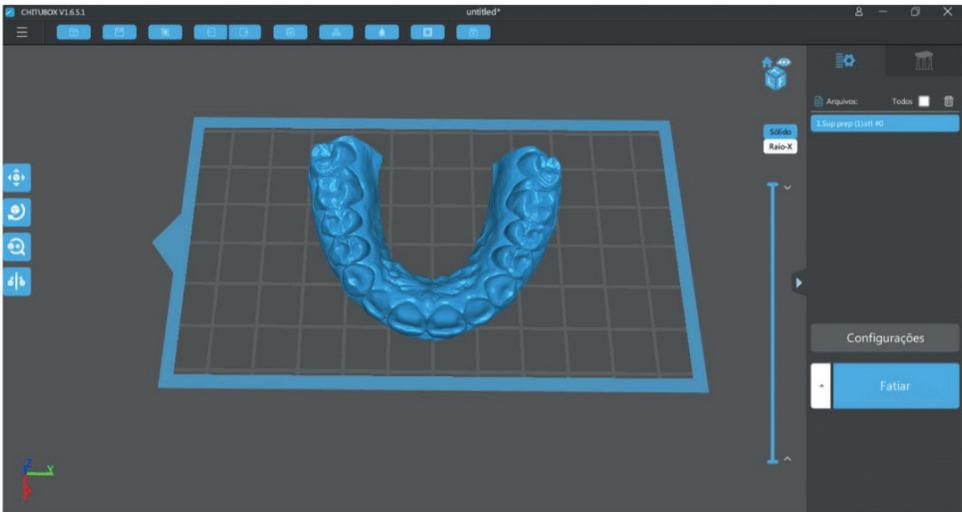


Figura 35: Demonstração do *software* CHITUBOX, disposição na plataforma.

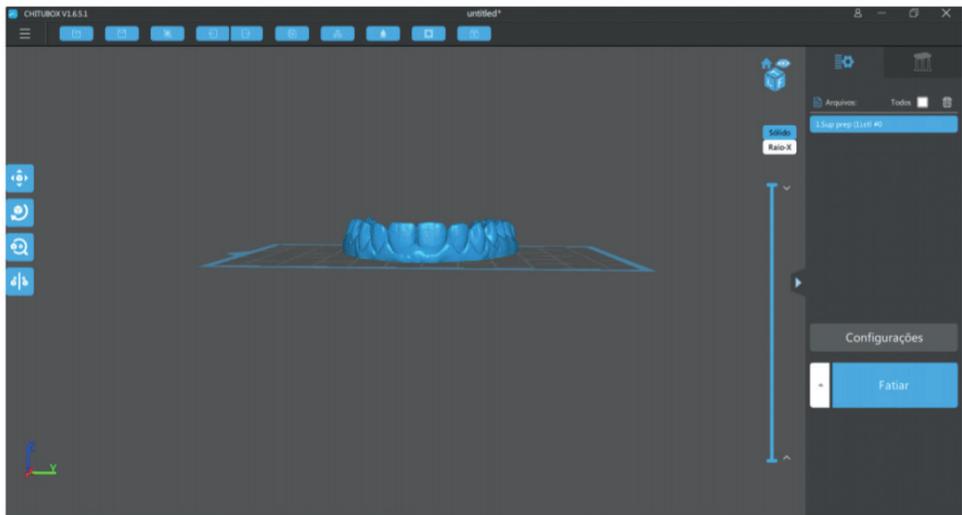


Figura 36: Demonstração do *software* CHITUBOX, ajuste na plataforma, de modo que fique totalmente plana.

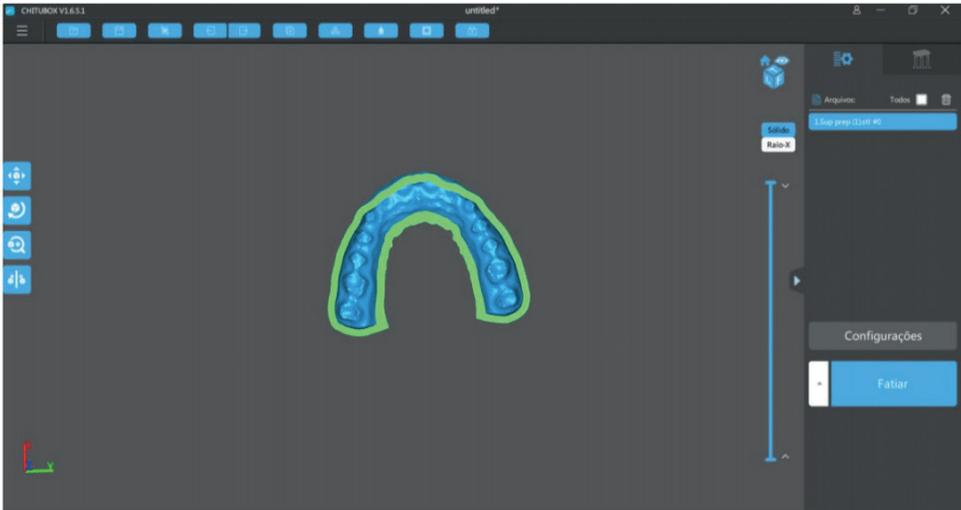


Figura 37: Demonstração do *software* CHITUBOX, ajuste na plataforma, de modo que fique totalmente plana.

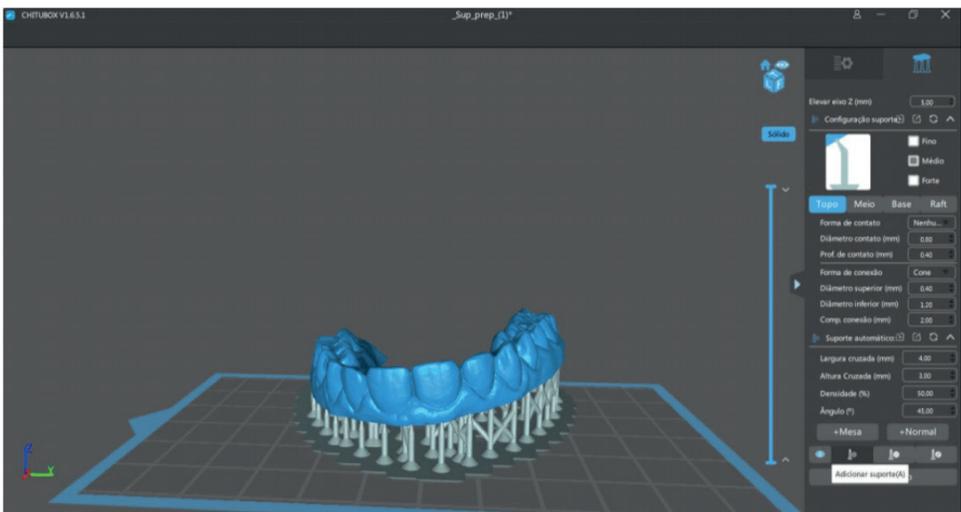


Figura 38: Demonstração do *software* CHITUBOX de como colocar apoios caso necessário (apenas demonstração, neste caso não era necessário, era apenas ajustar a posição da peça).

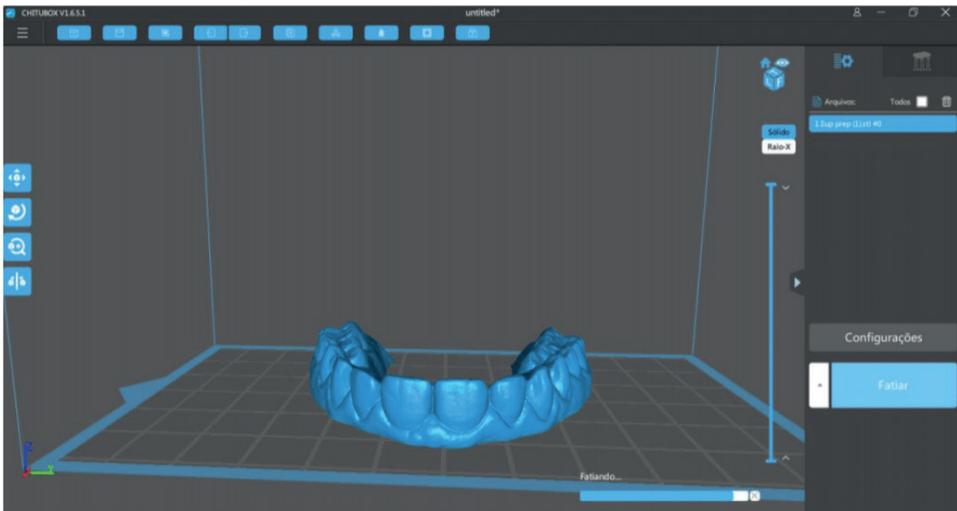


Figura 39: Demonstração do *software* CHITUBOX, fatiando a peça.

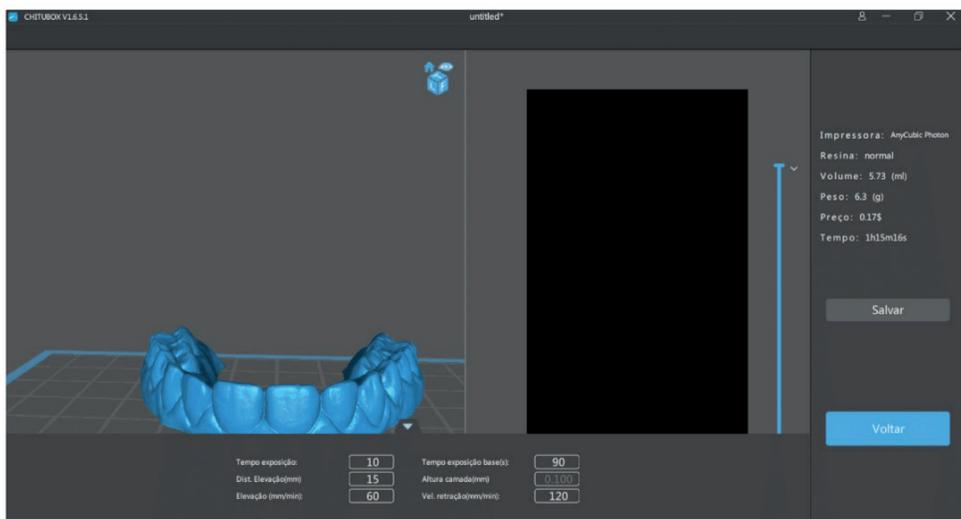


Figura 40: Demonstração do *software* CHITUBOX, proporções e resultado do fatiamento.

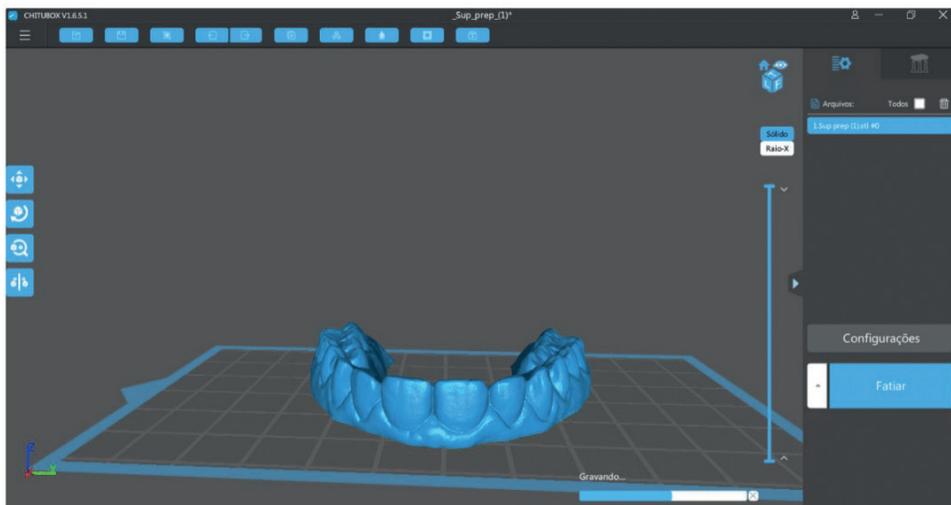


Figura 41: Demonstração do *software* CHITUBOX, gravando as configurações pré-impressão.

### 3 | IMPRESSÃO 3D

Os sistemas para impressão 3D, funcionam basicamente na captação da imagem para posterior confecção de um modelo tridimensional. Um dos processos, ocorre através da polimerização de uma resina fotossensível composta de monômeros, fotoiniciadores e aditivos, através de um feixe de laser ultravioleta (BADOTTI, 2003), veja o processo nas figuras 43 e 44. Um dos aspectos mais importantes é a qualidade de resolução, em que cada camada deve ser entre 0,015mm à 0,4mm. Assim como outras condições são significativas, como a precisão do plano XY, a calibragem da máquina, a reprodutibilidade e a confiabilidade de impressão, a qualidade do material também influencia (HUAMANI et al., 2021).

Usualmente, a tecnologia de prototipagem rápida utiliza um processo de geração do protótipo dividido em três etapas: pré-processamento, processamento do protótipo rápido e pós-processamento. Na primeira delas, em um *software* de imagem 3D, cria-se um modelo da peça, que em seguida é exportado como um arquivo STL. O instrumento de prototipagem executa o arquivo, fatiando em várias camadas o desenho em 3D. Posteriormente, na fase de processamento do protótipo rápido, o instrumento cria a primeira camada do modelo físico e abaixa o modelo até a altura da espessura da próxima camada, repetindo o processo até a consolidação da peça final, no final desta etapa deixa-se a peça escorrer o excesso de produto (figura 45) para melhor manuseio. Por fim, na última etapa é realizado o acabamento final da peça física (EFUNDA, 2006).

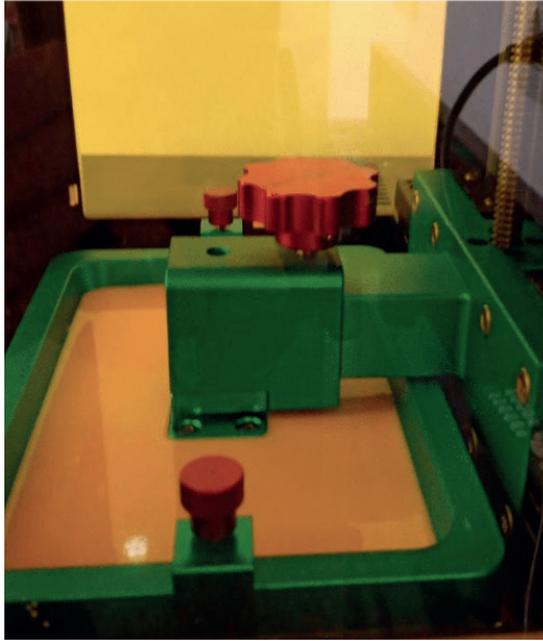


Figura 42: Impressão do modelo em uma vista lateral. Imersão total da plataforma na resina líquida.



Figura 43: LED de impressão. Representação do que está sendo polimerizado.



Figura 44: Impressão pronta, lateralizar o modelo e deixar escorrer o excesso de resina acumulado na plataforma.

#### 4 | PÓS PROCESSAMENTO

Esta etapa fundamenta os princípios de aperfeiçoamento da peça impressa, onde é o momento de refinar. Em um primeiro momento juntamente com a plataforma onde a peça está apoiada, leva-se para uma lavagem com álcool isopropílico, em um recipiente em cima de um misturador magnético, de acordo com a figura 46 e 47, onde será feita a remoção de resinas inoportunas, não causando danificação ao modelo. Logo após, retira-se a peça impressa da plataforma (figura 48), espera-se ela secar (figura 49) e sucessivamente levar à polimerização adicional, em um polimerizador de bancada, como mostra na figura (figura 50).



Figura 45: Imersão da peça em álcool isopropílico.



Figura 46: peça imersida no álcool isopropílico agitado por um agitador magnético para a remoção de resina supérflua.



Figura 47: Descolamento da peça impressa da plataforma da impressora.



Figura 48: Material descolado com o auxílio da espátula plástica.

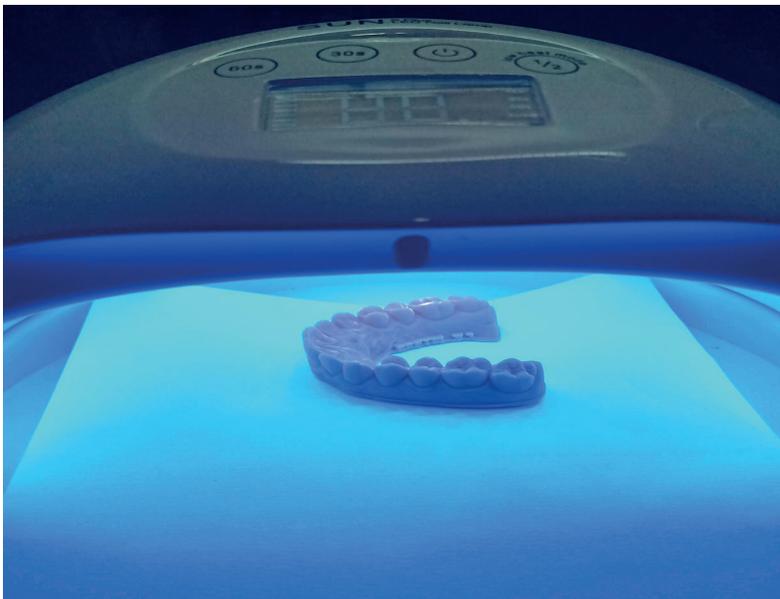


Figura 49: tratamento de pós cura, polimerização adicional da peça impressa.

## 5 | DISCUSSÃO

Uma importante limitação sobre a odontologia digital que deve ser considerada é a ausência de material para orientação dos cirurgiões dentistas para utilização deste recurso tecnológico de forma prática e segura (CAMARDELLA et al., 2014). Diante das pesquisas realizadas em livros e artigos científicos percebeu-se a escassez de materiais didáticos sobre impressão 3D na odontologia, devido a isso recorreu-se a buscas fora do meio acadêmico, ou seja, através de sites e empresas que trabalham com a parte de tecnologias e impressão 3D para criação de um material específico, que possa contemplar de forma benéfica os profissionais.

No decorrer do trabalho existiram alguns desafios até encontrar a melhor forma de manipular os arquivos e produzir os modelos, referentes as técnicas de execução, em função da carência de material e informativos sobre a prática de impressão na odontologia. Em 2015 CAMARDELLA et al., já citava que apesar de haver grande quantidade de vantagens na obtenção de modelos digitais, há duas grandes dificuldades para a inovação digital: o alto custo dos equipamentos e o aprendizado a fim de dominar a técnica para utilização dos softwares essenciais. Neste momento foi necessário auxílio de técnicos da área que supriram as necessidades não voltadas para a odontologia, mas que auxiliaram de forma ampla e posteriormente o auxílio foi voltado para a área em questão.

Em vista dos aspectos trabalhados, percebe-se que a impressão 3D ganha espaço no ramo odontológico em busca de aprimorar os resultados e reduzir o tempo clínico. Baseado nesse contexto, o guia ilustrado foi confeccionado a fim de produzir um material

didático para profissionais da área terem conhecimento a respeito de odontologia digital e impressão 3D, para iniciarem no uso destas novas ferramentas da maneira mais prática e previsível no seu dia a dia. Visando que a utilização das impressoras 3D por cirurgiões dentistas vêm trazendo inúmeros benefícios. Com base nestas peculiaridades, faz-se necessário o estudo dessas novas ferramentas tecnológicas na odontologia, para haver uma padronização e maior investimento nesse setor.

Baseado nestes fatores, o presente trabalho teve como propósito a execução de uma guia ilustrado de todos os passos para a impressão 3D de um modelo odontológico de forma simples e prática, que possa suprir as necessidades dos profissionais diariamente e facilitar a impressão na área odontológica, contribuindo de forma positiva no tempo de cadeira, métodos de planejamento e estratégias de organização.

## CONCLUSÃO

O presente trabalho abordou sobre o avanço da odontologia digital, trabalhando especificamente na impressão 3D, detalhando as fases de confecção de um modelo odontológico, desde a captação de imagem até o tratamento pós cura da impressão. Através desse processo, conclui-se que a impressão 3D é um componente que tem se tornado crucial no dia a dia clínico, tendo potencial de agilidade e previsibilidade nos procedimentos até mesmo no custo do tratamento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BADOTTI, A. V. B. **Avaliação do processo de metalização superficial aplicado às peças obtidas por estereolitografia**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

Bernardes SR. Tecnologia CAD/CAM aplicada a prótese dentária e sobre implantes. **Jornal ILAPEO**. 2012;6(1):8-13

CAMARDELLA, L.T et al. A utilização dos modelos digitais em ortodontia. **Ortodontia SPO**, v.1, n. 47, p. 75-82, 2014.

CAMARDELLA, L.T. et al. A utilização do fluxo de trabalho digital no tratamento ortodôntico e ortocirúrgico. **Orthodontic Science Practice**, v. 31, n. 8, p. 305-314, 2015.

Dartora G et al. Precisão dos sistemas CAD/CAM em restaurações unitárias: revisão de literatura. **Prosth. Lab. Sci.** 2014;3(10):133-139.

EFUNDA. **Efunda Engineering Fundamentals**. Rapid Prototyping: An Overview, 2006. Disponível em [http://www.efunda.com/processes/rapid\\_prototyping/intro.cfm](http://www.efunda.com/processes/rapid_prototyping/intro.cfm). Acesso em 25 de maio de 2020.

GRAF S., VASUVAN S., WILMES B. CAD-CAM design and 3-dimensional printing of mini-implant retained orthodontic appliances. Am **Journal Orthod Dentofacial Orthop**. Dezembro 2018.

HUAMANI et. al. Impressão 3D para ortodontia. Livro Alinhadores e ortodontia digital (p. 59-70). Ed Dental Press. Maringá, PR. 2021.

LIMA, D. S. et al. CILAMECE. Proceedings of the XXXVII Iberian Latin-American Congress on Computational Methods in Engineering Suzana Moreira Ávila (Editor), ABMEC, Brasília, DF, Brazil, November 6-9, 2016

MANGANO, F. et al. Intraoral scanners in dentistry: a review of the current literature. **BMC Oral Health**, v. 17, n. 1, p.149-149. Dezembro, 2017.

OLIVAREZ, N. 3-D printers go beyond paper and ink: Mostly celebrated by hobbyists and geeks, 3-D printers may be commonplace one day. **Buffalo News**, cap.4. Outubro, 2010.

POLIDO, D.W. Moldagens digitais e manuseio de modelos digitais: a futuro da Odontologia. **Dental Press Journal Orthodontics**, v. 15, n. 5, p. 18-22. Maringá. Setembro, 2010.