



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE ANGICOS
CURSO INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

LUCAS MATEUS CALDAS REBOUÇAS

**EQUIPAMENTOS DE COMBATE À COVID-19: CONSTRUÇÃO DO DESIGN DE
UMA *FACE SHIELD* USANDO O INVENTOR**

ANGICOS

2021

LUCAS MATHEUS CALDAS REBOUÇAS

**EQUIPAMENTOS DE COMBATE À COVID-19: CONSTRUÇÃO DO DESIGN DE
UMA *FACE SHIELD* USANDO O INVENTOR**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia.

Orientador: Prof^a Dra Gislene Micarla Borges de Lima

ANGICOS

2021

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

RR292 Rebouças, Lucas .
 EQUIPAMENTOS DE COMBATE À COVID-19: CONSTRUÇÃO
DO DESIGN DE UMA FACE SHIELD USANDO O INVENTOR /
Lucas Rebouças. - 2021.
 36 f. : il.

 Orientadora: Gislene Borges.
 Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
Tecnologia, 2021.

 1. COVID-19. 2. Inventor. 3. Prototipagem. I.
Borges, Gislene, orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Biblioteca Campus Angicos
Bibliotecário: Helder Romero Maia Duarte
CRB: 15/673

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

LUCAS MATHEUS CALDAS REBOUÇAS

**EQUIPAMENTOS DE COMBATE À COVID-19: CONSTRUÇÃO DO DESIGN
DE UMA *FACE SHIELD* USANDO O INVENTOR**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia.

Defendida em: 19 / 11 / 2021.

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª Dra Gislene Micarla Borges de Lima (UFERSA)
Presidente

Bel. Francisco Samuel Chaves (UFERSA)
Membro Examinador

Esp. Kenned Rossino Pereira Patricio
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer e dedicar este trabalho de conclusão primeiramente a minha família que sempre esteve ao meu lado em todos os momentos, principalmente na minha formação. Agradeço também a todos os professores e amigos que me apoiaram neste ciclo acadêmico, por todo conhecimento repassado.

Agradeço a Gislene Borges, por se fazer presente em todo o percurso de orientação, desde a escolha do tema até o último dia de correção do trabalho. Seu suporte foi de extrema importância para que este trabalho fosse realizado.

RESUMO

A pandemia da Covid-19, declarada pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em 11 de março de 2020, levou muitas instituições públicas e privadas a buscarem soluções para diminuir os impactos ocasionados pela doença. Neste contexto, a prototipagem virtual em 3 dimensões ganhou um destaque muito grande nestes dois últimos anos, foram produzidos em larga escala produtos de proteção individual para o combate da proliferação do vírus, como é o caso dos protetores faciais, mais conhecidos como Face Shield. Entretanto, é notório que o conhecimento sobre o processo de criação de protótipos virtuais para impressão 3D ainda é pouco difundido. Neste trabalho visou-se fornecer uma revisão bibliográfica acerca de projetos de modelagem/design de peças usados durante o combate à COVID, dando ênfase às Face Shield. Observou-se durante a sua execução que o software usado permite uma gama de possibilidades na criação de protótipos e mostra-se acessível para estudantes em geral.

Palavras-chave: COVID-19. Inventor. Prototipagem.

ABSTRACT

The Covid-19 pandemic, declared by the World Health Organization (WHO) on March 11, 2020, led many institutions and institutions to seek solutions to reduce the impacts caused by the disease. In this context, 3D virtual prototyping has gained great prominence consolidated in the last two years, individual protection products were found on a large scale to combat the spread of the virus, as is the case of face shields, better known as Face Shield. However, it is clear that knowledge about the process of creating virtual prototypes for 3D printing is still not widespread. This work aimed to provide a bibliographic review about modeling projects / design of parts used during the fight against COVID, emphasizing facial protection. Note during its execution that the software used allows a range of possibilities in creating prototypes and is accessible to students in general.

Keywords: COVID-19. Inventor. Prototyping.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Foto tirada do Software AutoCAD em 1982.	15
Figura 2	– Interface gráfica do software AutoCAD nos dias atuais	15
Figura 3	– Foto do software CATIA em seu primeiro ano de funcionamento em 1981.....	16
Figura 4	– Interface gráfica do software CATIA nos dias atuais.....	16
Figura 5	– Interface do software SolidWorks em seu primeiro ano de funcionamento em 1995.....	17
Figura 6	– Interface do <i>software</i> SolidWorks nos dias atuais... ..	17
Figura 7	– Exemplo de estrutura construída no Inventor.....	19
Figura 8	– Definindo medidas e normativas.....	20
Figura 9	– Página inicial do <i>software</i> Inventor	21
Figura 10	– Seleção de plano inicial para desenho.....	21
Figura 11	– Comandos iniciais para esboço.....	21
Figura 12	– Padrão circular	22
Figura 13	– Dimensões mínimas especificadas.....	24
Figura 14	– Parte lateral da viseira	25
Figura 15	– Esboço lateral concluído.....	26
Figura 16	– Início da parte frontal da viseira	26
Figura 17	– Definindo a viseira como corpo sólido	27
Figura 18	– Viseira concluída.....	27
Figura 19	– Primeira etapa da base 1.....	28
Figura 20	– Definindo altura da base 1.....	28
Figura 21	– Criação de um novo esboço 2D na face da base 1.....	29
Figura 22	– Inserindo os pinos para encaixe de bases.....	29
Figura 23	– Base 1 finalizada	30
Figura 24	– Base 2	30
Figura 25	– Restringindo movimentos dos pinos.....	31
Figura 26	– Bases fixadas e com nenhum movimento.....	31
Figura 27	– Acoplando a viseira na base frontal.....	32
Figura 28	– Protótipo concluído	32
Figura 29	– Exemplo de uma <i>face shield</i>	33
Figura 30	– Protótipo virtual	33

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

2D	2 dimensão
3D	3 dimensão
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
Bel	Bacharel
CAD	<i>Computer-Aided Design</i>
CAE	<i>Computer-Aided Engineering</i>
CAM	<i>Computer-Aided Manufacturing</i>
Dr	Doutor
Esp	Especialista
EPI	Equipamento de proteção individual
NBR	Norma Brasileira
PET	Polietileno Tereftalato de Etileno
PETG	Polietileno Tereftalato de Etileno Glicol
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	SOFTWARES DE PROTOTIPAGEM.....	14
2.1	Uma Introdução histórica.....	14
2.2	Inventor.....	18
2.2.1	Ferramentas básicas.....	20
3	EQUIPAMENTOS DE COMBATE À COVID-19.....	23
3.1	Definição de EPI.....	23
3.2	Normativa para criação de <i>Face Shield</i>	23
3.3	Manual de instruções para desenho da <i>face shield</i>	25
4	APONTAMENTOS CONCLUSIVOS	34
	REFERÊNCIAS	35

1 INTRODUÇÃO¹

Há milhares de anos a prototipagem já era aplicada em alguns pequenos equipamentos, no qual era desenvolvido uma peça com a utilização de um material mais abundante e barato, para realização de testes mecânicos, como: tração, compressão e impacto. Estes ensaios têm o intuito de analisar o projeto de forma estrutural, para saber se é possível o uso adequado do objeto feito. Com o passar do tempo, o estudo na área de desenho foi crescendo cada vez mais, pois foi percebido que sua aplicação em um projeto é de suma importância para se obter uma eficiência maior.

Mesmo com a criação de dezenas de programas que auxiliam o desenvolvimento de um projeto, até hoje, a maioria dos projetistas utilizam o esboço manual como uma forma de pré-projeto ou rascunho para em seguida dar início ao desenho de forma computacional. A primeira revolução industrial foi o pontapé de diversas alterações incluindo no desenho técnico, onde teve por obrigatoriedade tornar-se padronizado os projetos, onde foi criada normativas conhecidas na época por geometria descritiva, criada pelo francês Gaspard Monge.

Com a crescente demanda das empresas no século XVIII, houve a necessidade de fabricação de equipamentos em larga escala, quebrando paradigmas dos séculos anteriores, que tinham o artesanato como forma principal para fabricação de utensílios em geral. Com isso, o desenho tornou-se fundamental, com finalidade de manter um padrão e até mesmo patentear seu produto. Então, foi aí que surgiu o desenho técnico, que seria uma forma de expressão gráfica que representa formas, dimensões e posições de um objeto de acordo com a necessidade de cada situação. Ele é usado em áreas que abrangem a engenharia e a arquitetura, como edificações, indústrias mecânicas, detalhamentos elétricos, sistemas de infraestrutura, projetos de móveis, entre outras.

Em cada país, existem normatizações que determinam padrões a serem seguidos no processo de produção de projetos. No Brasil utiliza-se a ABNT/NBR 10647:1989, determina as nomenclaturas e normas que padronizam os tipos de desenhos, o grau de elaboração, o grau de especificação, o material utilizado e as técnicas de execução. Mesmo com o avanço da tecnologia, o desenho técnico é utilizado até os dias de hoje, porém desde a criação do primeiro *software* de prototipagem que se deu em 1960 por Ivan Sutherland, a forma computacional de desenho cresceu de forma significativa e tornou-se algo essencial para o setor industrial.

Neste trabalho será utilizado como ferramenta um *software* da rede Autodesk, que é uma empresa especializada em programas voltados ao setor de modelagem tendo uma vasta diversidade em seus programas que atendem áreas como civil, mecânica e elétrica, além disso é bastante conhecida pelos estudantes por ter versões gratuitas de seus programas. Seu primeiro programa foi desenvolvido no ano de 1982, conhecido como AutoCAD, usado até os dias de hoje, a primeira versão contou apenas com a estrutura em duas dimensões (2D) e apenas em 1988 a versão em três dimensões (3D) foi fornecida para comercialização. Nos dias atuais, existem diversas empresas fornecendo *softwares* no ramo de modelagem em 3D, gerando uma concorrência saudável para que o desenvolvimento nessa área seja cada vez maior. Cada empresa visa conquistar o número máximo de usuários, buscando atender tanto o setor industrial com programas que suportem maiores estruturas, até mesmo o setor estudantil, que na maioria das vezes é disponibilizado versões gratuitas para teste ou até mesmo para computadores que não tenham um alto poder de processamento.

A rede de *softwares* desenvolvidos para prototipagem, é conhecida no mercado pelas linhas CAD, CAE e CAM, siglas em inglês, que significam, respectivamente, *Computer-Aided Design*, *Computer-Aided Engineering* e *Computer-Aided Manufacturing*. Dentre diversos programas da empresa Autodesk, destaca-se o Inventor, pois ele reúne estas três ferramentas em um único programa. O CAD, é a parte de desenho estrutural da peça, nele possibilita com o desenhista possa projetar sua estrutura por completa nas duas dimensões, permitindo que o usuário tenha uma melhor visualização. O CAE, permite que possa ser executado simulações mecânicas na estrutura e podendo ser visto de forma visual caso tenha um excesso de carga ou falhas no projeto. O CAM, é a parte de execução de movimentos da estrutura construída, onde pode ser adicionado o movimento real feito pela peça totalmente de forma virtual, nesta parte pode-se minimizar erros futuros em sua estrutura, já que o projeto foi executado antes de estar concretizado.

Atualmente, dezenas de programas estão disponíveis para *download*, atendendo às distintas necessidades do usuário e condições para sua aquisição da licença. Como já citado, a Autodesk, plataforma criadora do Inventor, tem um leque de programas disponíveis para atender melhor o estudante e as empresas. São exemplos: AutoCAD, REVIT, MAYA.

No mercado de trabalho, a utilização de programas para auxiliar na construção de um protótipo já se tornou comum e indispensável, com isso a necessidade de um aluno do curso de graduação Ciência e Tecnologia adquirir este conhecimento, no seu processo formativo, é essencial, pois nas indústrias busca-se cada vez mais por uma mão-de-obra qualificada, que

possa reduzir gastos significativos para empresa, trazendo uma maior rapidez no desenvolvimento dos projetos e apresentando de maneira mais prática e intuitiva para o cliente.

O *software* Autodesk Inventor está disponível para *download* no site da empresa Autodesk e conta com versão estudantil gratuita e com diversos idiomas, incluindo o português. Com este será apresentado exemplos de projetos de prototipagem virtual de equipamentos aplicados no combate à COVID-19 encontrados na literatura, e voltados à biossegurança. Portanto, no próximo capítulo será mostrado a evolução dos *softwares*, trazendo uma abordagem histórica e realizando um comparativo com os programas do seu ano de criação com os dias de hoje, tendo o Inventor como destaque, onde será suas ferramentas básicas, mostrando o que pode ser executado a partir de sua página inicial.

2 SOFTWARES DE PROTOTIPAGEM

2.1 Uma Introdução histórica

O conceito CAD deu início no fim da década de 50, por Patrick Hanratty e apenas no ano de 1971 seu projeto foi dado como concluído com a criação do *software* ADAM, que até os dias de hoje observa-se diretrizes em programas da linha CAD, podendo ver que sua base programada é bastante eficiente e segura. Um dos programas que revolucionou a indústria no setor de prototipagem virtual foi o CATIA, criado no ano de 1981 e, largamente usado até hoje, foi feito com a proposta de sanar todas as exigências que uma indústria aeronáutica tinha na época, visando diminuir o tempo de construção e aumentar a confiabilidade. Grandes marcas usam o CATIA para elaborar seus protótipos, algumas delas são: Boeing, BMW e Honda. Segundo a Wishbox Technologies, empresa especializada na impressão de protótipos virtuais o *software* mais utilizado para esta finalidade no mundo é o SolidWorks, criado no ano de 1995 e possibilitou com que os desenhos 3D tomassem um visual bastante aprimorado, com isso, tendo uma estrutura foto realística.

No fim do século XX, algumas mudanças na interface da rede de *software* Autodesk podem ser percebidas através do AutoCAD, e com isso, seus programas tomaram a forma que é observada no momento atual, permitindo ao projetista criar protótipos em menor tempo e de forma mais fácil. Sua primeira versão era dada através de comandos em que o usuário criava os prontos de acordo com as coordenadas do plano, para as retas serem traçadas através de coordenado no plano utilizado, que no caso em 2D. Com a evolução foi criada a versão 3D e intuitiva que conhecemos hoje.

Figura 1 - Foto tirada do *Software* AutoCAD em 1982.



Fonte: PROJAB Engenharia, 2021.

Na imagem da Figura 1, é possível observar como era feita a utilização do AutoCAD, onde o era fornecido pelo teclado as coordenadas e o programa traçava as linhas a partir disto. Na imagem da Figura 2, é possível visualizar a interface atual do AutoCAD.

Figura 2 - Interface gráfica do *software* AutoCAD nos dias atuais.

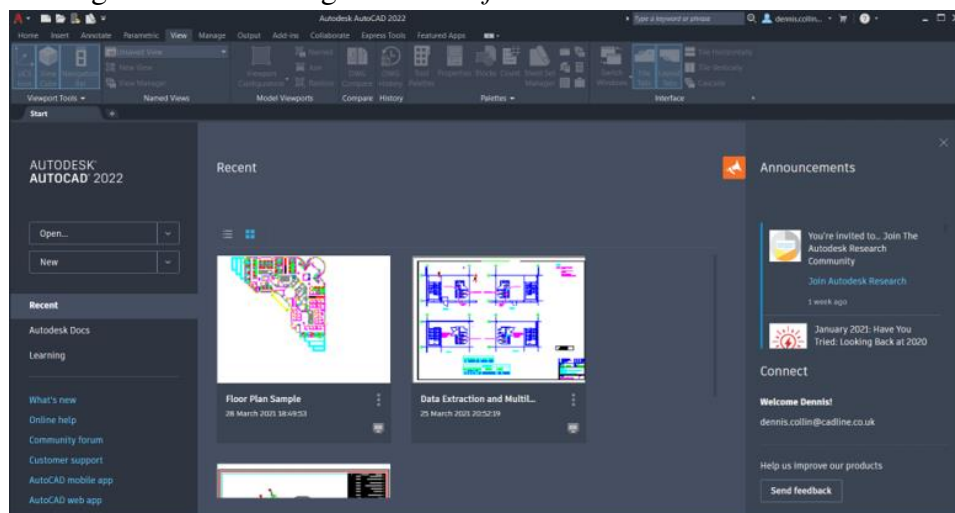


Fig. The AutoCAD Start tab very similar to the previous release, just a little more polished?

Fonte: CADLINE COMMUNITY, 2021.

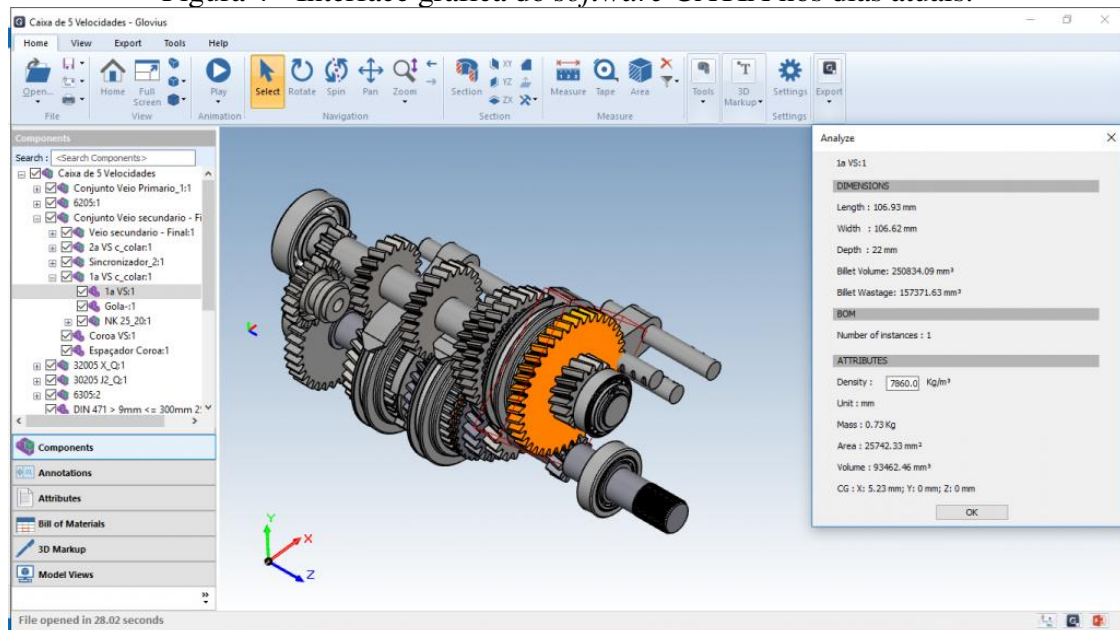
Nas Figuras 3 e 4, comparar as mudanças observadas do primeiro CATIA, que era utilizado uma caneta luminosa, semelhante SKETCHPAD ao primeiro programa que era responsável por traçar as linhas para que o projeto fosse executado. O CATIA atualmente trouxe bastante alterações, mas mantendo toda a interface conhecida na linha CAD, desde o início do século XX.

Figura 3 - Foto do *software* CATIA em seu primeiro ano de funcionamento em 1981.



Fonte: ProConcept, 2018.

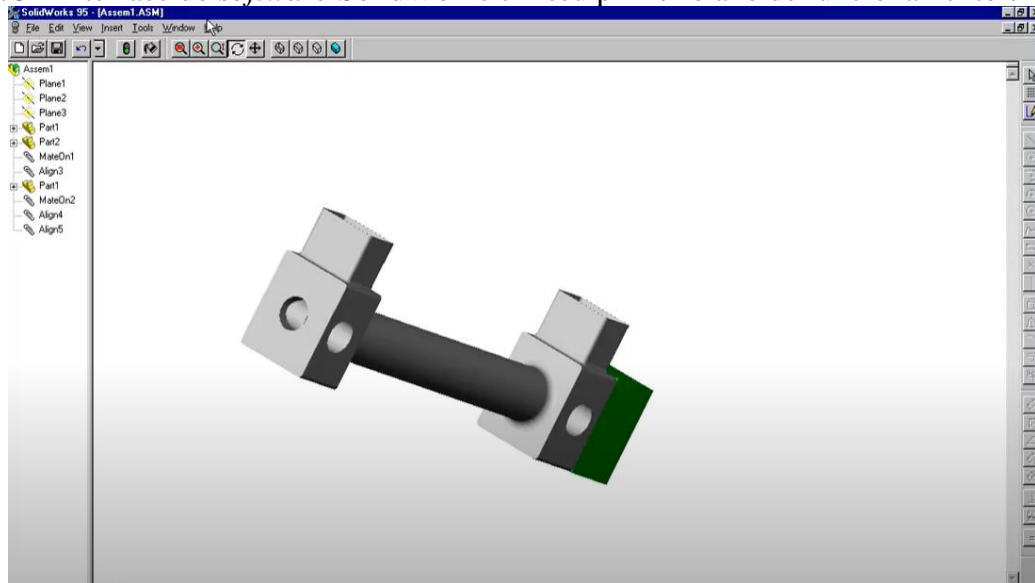
Figura 4 - Interface gráfica do *software* CATIA nos dias atuais.



Fonte: Glovius, 2021

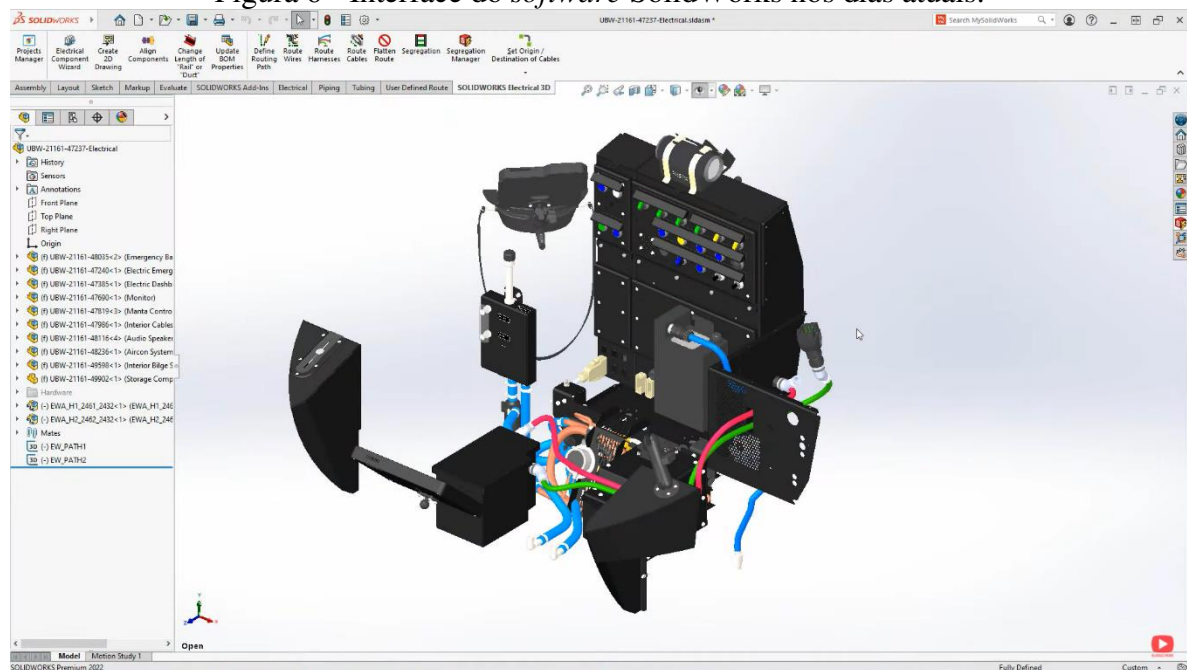
Nas figuras 5 e 6, mostradas a seguir, é notória a diferença na interface do programa SolidWorks, mas é possível perceber que de acordo com que os projetos foram ficando mais complexos o *software* foi passando por alterações e aperfeiçoamentos para que pudesse tornar a construção de forma mais intuitiva para o usuário e que fornecesse informações mais detalhadas que permitissem uma melhor compreensão acerca dos projetos simulados.

Figura 5 - Interface do *software* SolidWorks em seu primeiro ano de funcionamento em 1995.



Fonte: Visiativ Solutions, 2017.

Figura 6 - Interface do *software* SolidWorks nos dias atuais.



Fonte: SOLIDWORKS , 2021.

Na sequência de figuras apresentadas acima (Figura 1 até a 6), pode-se notar a evolução dos principais programas utilizados hoje nas indústrias e pelos estudantes, dado como comparativo o seu ano de fundação aos dias atuais. Mesmo com um crescimento bastante notório em pouco espaço de tempo, espera-se que ao passar dos anos, melhorias aconteçam no ramo de prototipagem e que cada vez os projetos possam ser construídos e analisados de forma mais detalhada, fornecendo uma visão mais próxima do projeto real. Além da prototipagem

virtual, podem ser feitos protótipos físicos e ou impressão do projeto real a partir da criação do *design* em 3D das peças desenhadas nesses *softwares* descritos acima. Os programas utilizados para impressão vão variar de acordo com a marca da impressora utilizada, tendo que analisar sua compatibilidade com a do desenho feito. Outra questão importante é saber analisar os filamentos que vão ser utilizados na impressão, além da análise que deve levar em consideração a parte estrutural do projeto, para saber se suportará as tensões exigidas, temos que ver a fabricante e o modelo que será utilizado, sendo tudo especificado no manual da fabricante do filamento ou da impressora.

2.2 Inventor

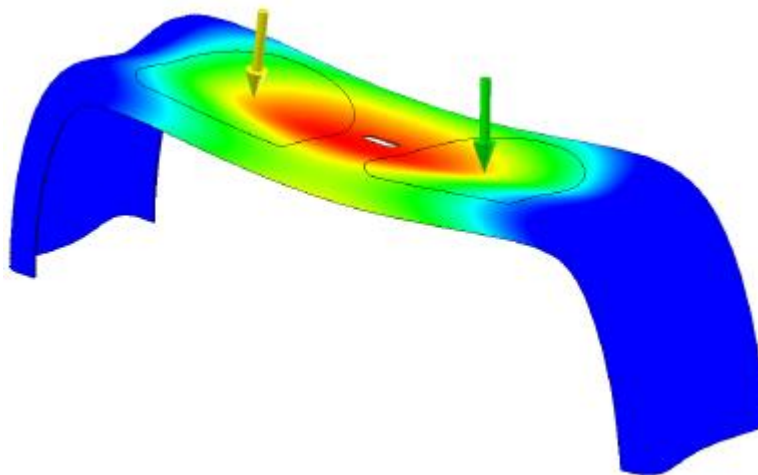
O Autodesk Inventor é um *software* que auxilia os estudantes, técnicos e engenheiros a criarem projetos em 3D de todos os tipos, desde os mais simples aos mais complexos. Com este programa, é possível desenvolver o *design* de carros, aviões, máquinas industriais e como já citado também é possível visualizar o funcionamento e realização de ensaios mecânicos desses projetos. Como já mostrado acima, a evolução dos *software* contribuiu para que sua utilização ficasse cada vez mais intuitiva, visando uma interface que interage com o usuário, no qual cada comando é especificado com instruções de uso e aplicação, que é no caso do Autodesk Inventor, que possui todas essas ferramentas para auxiliar no desenvolvimento do projeto. Uma das vantagens do inventor é possibilidade de realizar simulações, de tal forma que os dados de referência do material são fornecidos no próprio *software* e com isso, é possível aplicar uma carga na estrutura de forma distribuída e concentrada e visualizar os efeitos da implementação dessa em uma peça, por exemplo.

Com uso do software é possível visualizar o comportamento de sistemas amplamente estudados em componentes de cursos da área de ciência e tecnologia, como por exemplo, em componentes de resistência do materiais, onde problemas na estrutura da peça podem ser visualizados através da simulação, sendo assim o estudante poder aprofundar seus conhecimentos, fazendo um complemento da disciplina teórica com a utilização de *softwares* na área de modelagem.

Em uma construção de uma ponte, por exemplo, ao aplicar uma carga, veremos as solicitações em cima da estrutura projetada. Na Figura 7 é possível ver um exemplo de estrutura sendo modelada no Inventor, e a inserção de forças, o reconhecimento das forças atuantes, é

notado a partir de um mapa calórico em cima da estrutura onde as partes em azul são as menos solicitadas e as em vermelho as mais solicitadas.

Figura 7 - Exemplo de estrutura construída no Inventor



Fonte: Autodesk, 2021.

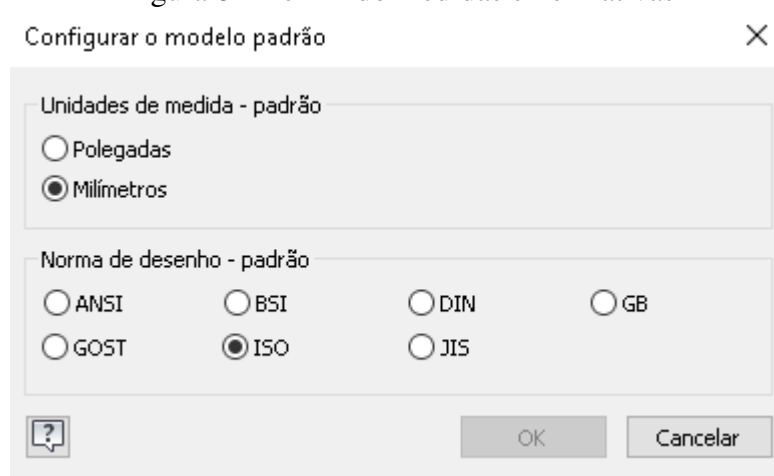
A rede Autodesk, criadora de *software* como Inventor, é compatível com vários formatos, possibilitando o usuário que esteja manipulando esses programas exportar e abrir os arquivos (projetos) gerados em outros, como por exemplo, o Inventor é um programa bem simples que possibilita ao usuário criar uma estrutura, e exportá-la para o ANSYS, que é um *software* de simulação mais detalhada, com isso, o tempo de análise pode ser reduzido. Tem-se como ponto positivo, que a empresa Autodesk além de fornecer os seus *softwares* em diversas línguas, incluindo o português, o seu suporte é extremamente eficiente, trazendo atualizações no mínimo anuais, com finalidade de tornar seus programas mais otimizados e com mais funções.

O Inventor a ser analisado neste trabalho será a versão do ano de 2022. Todas as novidades aplicadas da nova atualização estão disponíveis na página oficial da Autodesk e fornecem vídeos explicativos de como é feito o procedimento. Os vídeos que foram encontrados no site têm um áudio de fala na língua inglesa, mas todos com legenda em português, beneficiando também os usuários que sabem apenas a nossa língua. Para conseguir a licença do Inventor, o estudante deve enviar uma declaração demonstrando o vínculo com a instituição cadastrada, após isso a empresa fará uma revisão dos seus dados, caso confirme, o usuário vai está apto para uso com tempo determinado pela empresa, que na maioria das vezes é similar ao seu ciclo acadêmico.

2.2.1 Ferramentas básicas

O Inventor, como dito anteriormente, permite que o usuário tenha várias formas de realizar o projeto devido à sua grande variedade nas ferramentas disponíveis. Tanto para um projeto comum ou complexo, o início do desenho de um protótipo é feito da mesma maneira. Primeiramente, ao abrir o *software*, o usuário deve definir as configurações básicas e quais medidas serão trabalhadas e qual a norma do desenho utilizada (ver Figura 8).

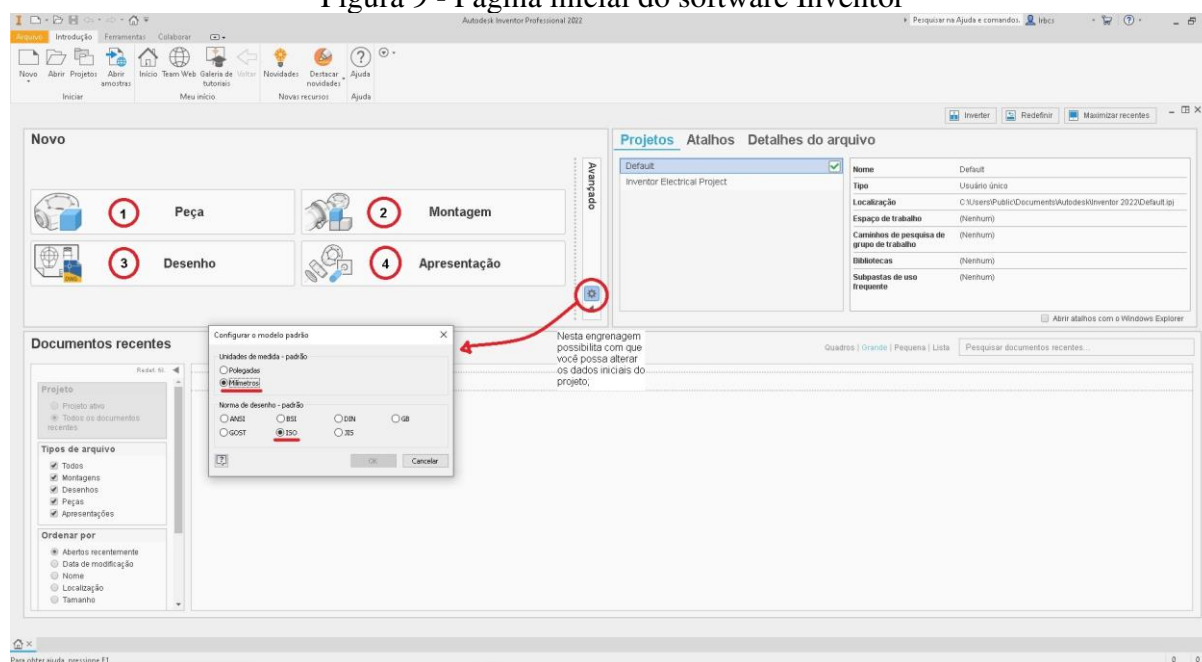
Figura 8 - Definindo medidas e normativas



Fonte: Própria, 2021.

Caso o projeto seja todo construído pelo programa Inventor, ele deve seguir a sequência mostrada na Figura 9. No número “1”, é mostrado os primeiros passos para a construção do desenho, ao selecionar a aba “peça” o *software* já dá a escolha a um material genérico de início, mas isso pode ser alterado ao decorrer do desenho ou até mesmo depois de finalizado. No número “2”, é feita toda montagem e análise da estrutura, sendo assim na etapa “1”, dedica-se somente ao desenho e para facilitar na hora da montagem é recomendado que cada peça tenha sua própria janela. Na montagem é selecionado cada peça por ordem, para definir os movimentos que podem ser realizados e onde serão restringidas as peças. Nesta função também pode ser analisado a estrutura do material, onde serão feitas simulações com aplicações de cargas em sua peça. No número “3”, são feitas as vistas em 2D do projeto já feito em 3D que foi concluído na segunda etapa. Uma grande vantagem na construção de peças é simplificado do trabalho manual no processo de construção, podendo ser criadas rapidamente perspectivas com escalas variadas e de todos os lados da peça. No número “4”, pode-se criar uma exibição interativa que possa simular movimentos de uma estrutura.

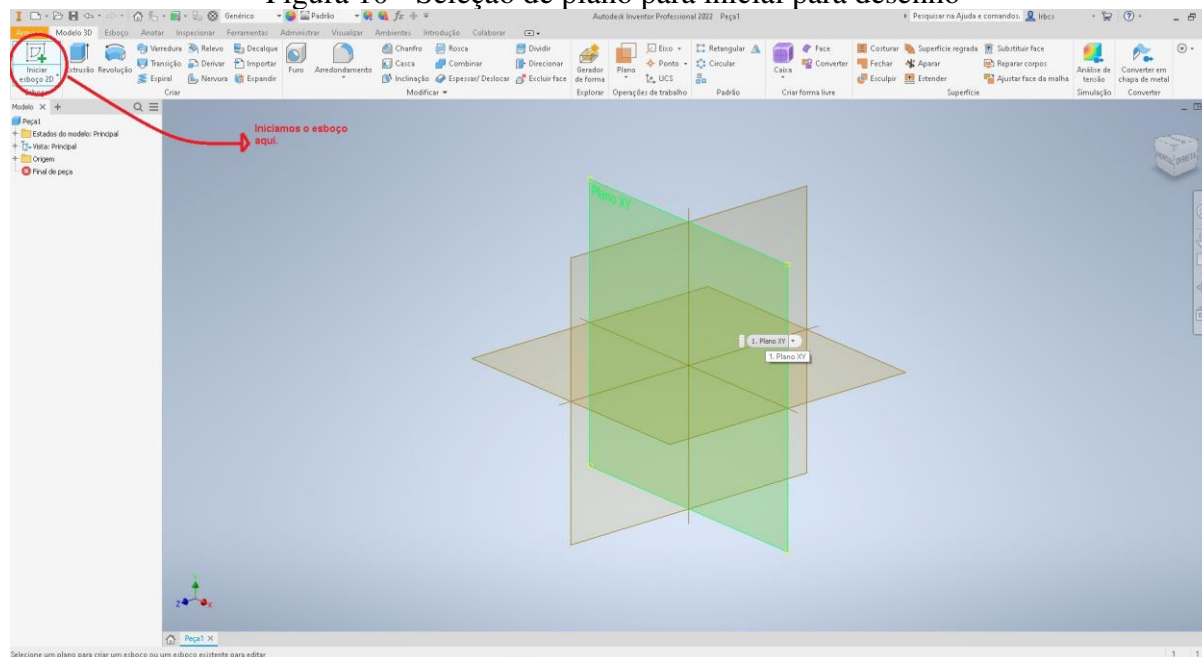
Figura 9 - Página inicial do software Inventor



Fonte: Própria, 2021.

Na execução de uma nova peça, ao clicar em iniciar esboço 2D, o usuário deverá seleccionar o plano que irá trabalhar, podendo ser até três.

Figura 10 - Seleção de plano para inicial para desenho



Fonte: Própria, 2021.

Após definir-se um plano para uso, o modo de esboço estará pronto para dar início ao protótipo. Como já dito anteriormente, o *software* é intuitivo e auto explicativo, ao passar o

cursor do mouse em cima dos comando localizados na parte superior do aplicativo, o usuário irá receber informações acerca da utilidade de cada comando, como por exemplo:

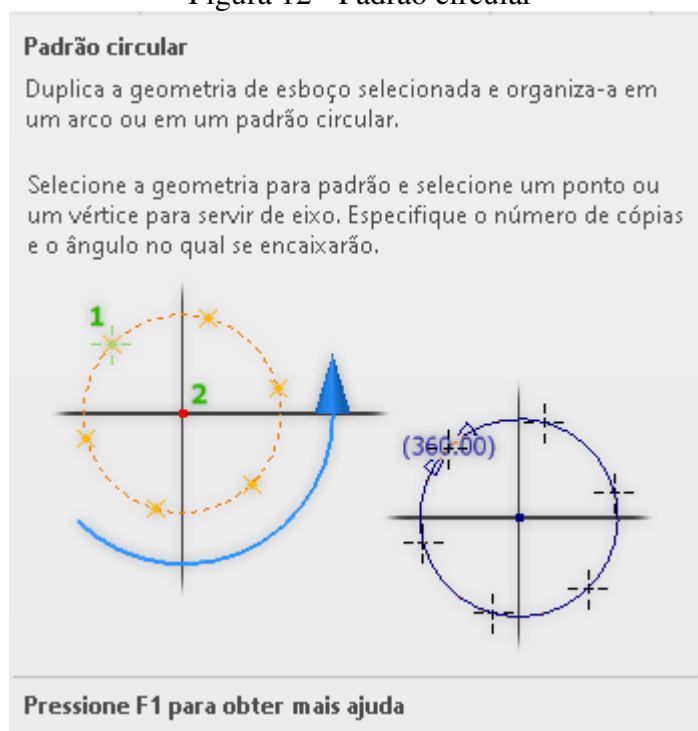
Figura 11 - Comandos iniciais para esboço



Fonte: Autoria própria, 2021.

Para cada comando mostrado acima, como linha, retângulo, espelhamento, são dadas instruções básicas para o uso de modo que auxilia o usuário iniciante a escolher a forma correta de projetar sua estrutura. Na Figura 12 é possível ver o comando circular, que possibilita a cópia de uma peça em um determinado eixo circular, sendo assim permitindo com que um rolamento seja fabricado de maneira mais rápida e que suas esferas sejam colocadas com um espaçamento exato entre elas, independente do número colocado.

Figura 12 - Padrão circular



Fonte: Própria, 2021.

No próximo capítulo, será falado sobre a importância do uso do EPI, e suas aplicações. Dando ênfase nos instrumentos usados na COVID-19, e explicando suas normativas para construção.

3. EQUIPAMENTOS DE COMBATE À COVID-19

3.1 Definição de EPI

De acordo com a NR6:2018 encontrada no Ministério do Trabalho e Previdência se caracteriza como Equipamentos de Proteção Individual, conhecidos como EPI, qualquer objeto que esteja voltado à segurança pessoal do usuário, seja qual for a atividade exercida, independente da intensidade do risco que o trabalhador esteja exposto.

Caso o profissional não utilize o EPI recomendado para determinada função, o risco que aconteça um acidente de trabalho cresce bastante, ou caso o mesmo não use a proteção por tempo prolongado, estará sujeito a desenvolver alguma doença adquirida com tempo, por exemplo: Um funcionário que fica exposto a ruídos de máquinas por um longo tempo sem a utilização de um protetor auricular, ao decorrer dos anos, este homem pode proporcionar uma perda auditiva. Para cada profissão existem EPIs indispensáveis, como é no caso da saúde, principalmente com o momento pandêmico vivido nos últimos dois anos. O uso de máscaras, luvas, aventais, óculos ou máscaras faciais, já era comum em hospitais, porém por causa do vírus da COVID-19, houve a intensificação no uso desses equipamentos de biossegurança, sendo assim, as indústrias passaram a ter uma grande demanda na fabricação desses equipamentos. Com isso, novas formas para a confecção destes dispositivos foram criadas ou aperfeiçoadas, que foi o caso da impressão em 3D de máscaras de proteção.

O ramo da modelagem pode ser aplicado em diversas áreas, como já falado em capítulos passados. No área da saúde não é diferente, com o intuito de minimizar o tempo de para construção, a prototipagem deu o suporte necessário para a construção de *dispenser* de álcool, máscaras e ou óculos faciais, recentemente teve-se no estado do Ceará a construção do capacete Elmo, desenvolvido pelo Instituto SENAI de Tecnologia em Eletrometalmecânica, que segundo pesquisas da Secretaria de Saúde do próprio estado, pode reduzir em até 60% a necessidade da intubação.

3.2 Normativa para criação de *Face Shield*

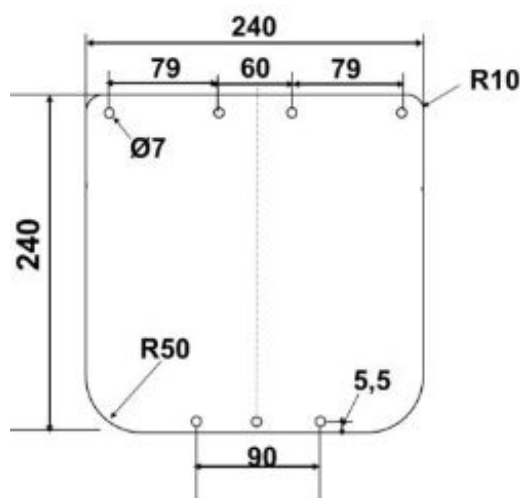
Na confecção de qualquer EPI fabricado no Brasil sendo para comercialização ou para distribuição gratuita, deve-se seguir os critérios fornecidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Onde a norma analisada em questão para fabricação, será a ABNT NBR 16360, homologada em 07 de maio

de 2015, onde serve para construção de protetores oculares ou faciais. Esses institutos são responsáveis por padronizar e tornar seguro a fabricação de diversos produtos, que no caso serão os Equipamentos de proteção individual. A especificação na normativa para a confecção desses instrumentos vai desde as suas dimensões, definindo valores para comprimento, altura de espessura de cada peça e até mesmo o material que será utilizado. Com isso, deve ser feito um estudo de onde vai ser utilizado esses EPIs, para que a escolha errada não acarrete em um acidente.

Para a fabricação dos protetores faciais (*face shields*), foi definido que o material escolhido para a viseira é o Polietileno Tereftalato de Etileno Glicol (PETG), que possui uma ótima resistência mecânica, suportando a exposição química e apresentando bons resultados contra corrosão a agentes oxidantes. Outro ponto positivo do PETG, é que o material é totalmente transparente, quando comparado ao seu concorrente PET (Polietileno Tereftalato de Etileno), para este tipo de utilização o PETG torna-se bem mais viável por ser um material mais translucido, permitindo uma melhor visão do usuário. As dimensões mínimas especificadas pela ANVISA, mostradas no manual de confecção do ITA para a construção desta viseira devem ser de 240 x 240 x 0,5 milímetros.

Na execução do projeto o Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), aplicou um coeficiente de segurança em cima da normativa definida pela ABNT, apenas por precaução, com a função de cobrir uma área maior do rosto do usuário, sendo assim o tamanho real da viseira confeccionada ficou com as seguintes dimensões, 340 x 240 x 1,0 mm.

Figura 13 - Dimensões mínimas especificadas



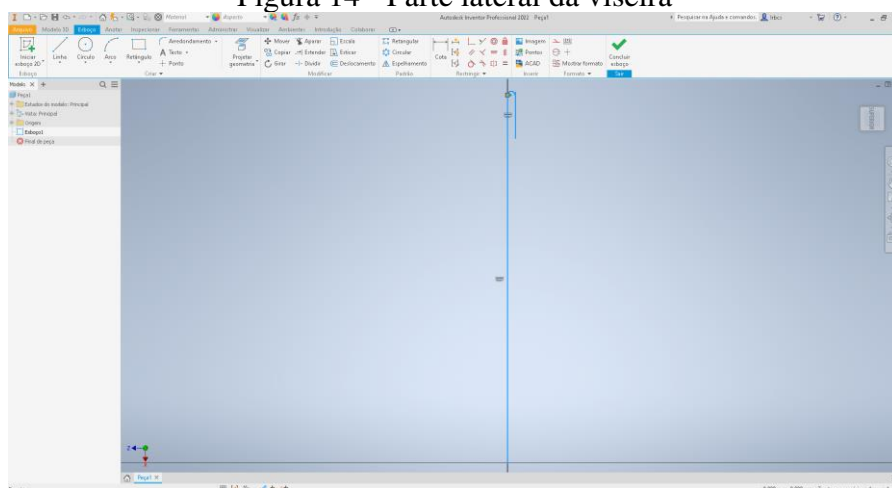
Fonte: ITA, 2020.

A escolha da tiara para segurar o visor e do reforço fica a critério do fabricante, é apenas aconselhável que escolha um material confortável, não pontudo e durável. A ABNT, exige as especificações mostradas anteriormente na imagem da Figura 13, com a finalidade de evitar acidentes durante o uso, trazer um conforto para usuários que utilizam por várias horas seguidas e tendo uma resistência aceitável para que não ocorra quebra precoce. Todos os critérios definidos acima seguem a norma Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) - Nº 448, DE 15 DE DEZEMBRO DE 2020 da ANVISA, que pode ser encontrada na página do Diário Oficial da União.

3.3 Manual de instruções para desenho da *face shield*

Como dito anteriormente, para a confecção de qualquer que seja o protótipo, é recomendado que seja feita por etapas, onde a divisão adotada foi feita por viseira, base 1, base 2 e por fim o elástico. A parte de inicialização do *software* foi mostrada na seção 2.2.1 (ferramentas básicas) deste trabalho, após ter feito isto, foi dado início ao esboço em 2D da viseira e para tanto foi escolhido o plano YZ. Os comandos utilizados de princípio foram apenas o de linha e arco, onde foi criada a seguinte configuração: o tamanho definido fica a critério do fabricante, se usará apenas o da normativa definida pela RDC – 448, ou se adotará o critério de segurança que são respectivamente 240 mm e 340 mm.

Figura 14 - Parte lateral da viseira

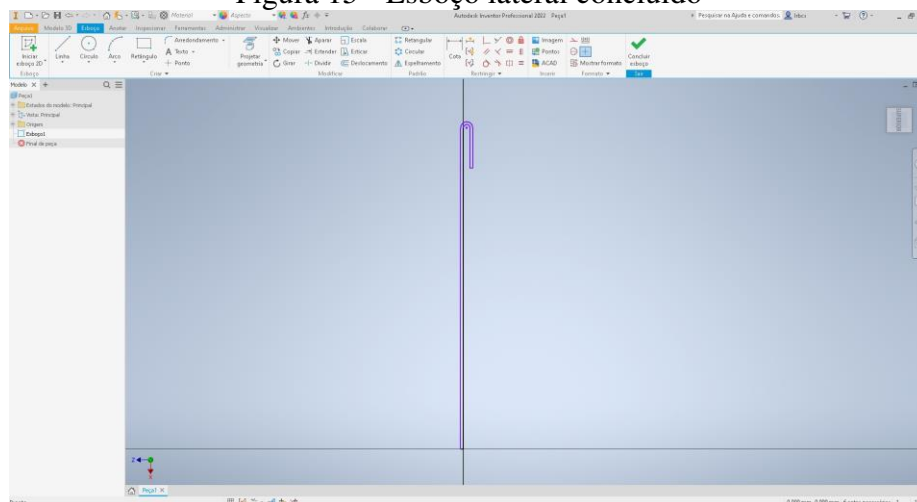


Fonte: Própria, 2021.

Após isso, foi inserida a espessura do material que pode ser feita pelos mesmos comandos descritos na etapa anterior, ou pode ser usada a função deslocamento onde é copiado todo material e só é definido a qual distância será colada que no caso foi adotado 1,0 mm. Para

concluir o esboço, foi preenchido com o comando linha os espaços vazios encontrados em cada extremidade do desenho visto na Figura 14 e visualizando-se a seguinte imagem da Figura 15.

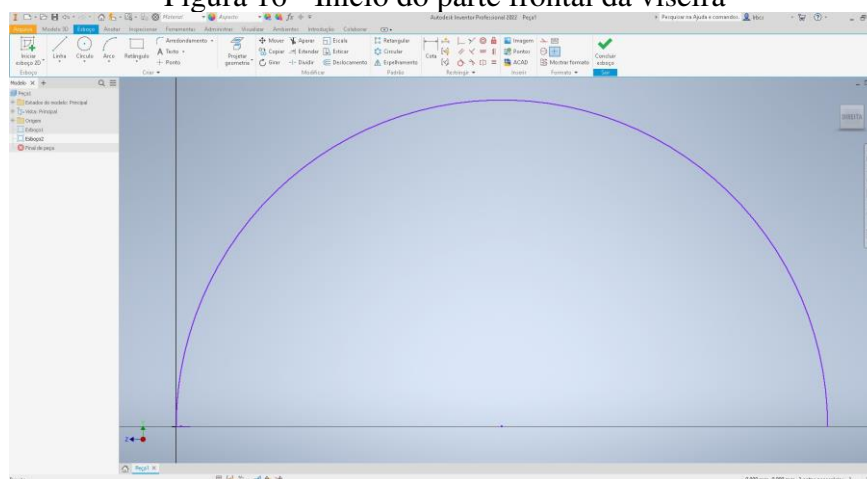
Figura 15 - Esboço lateral concluído



Fonte: Própria, 2021

Inicia-se um novo esboço e o plano escolhido foi o de YZ, e nesta etapa foi usado novamente o comando arco para ser criado a largura que será padrão para os dois modelos de máscaras de 240 mm.

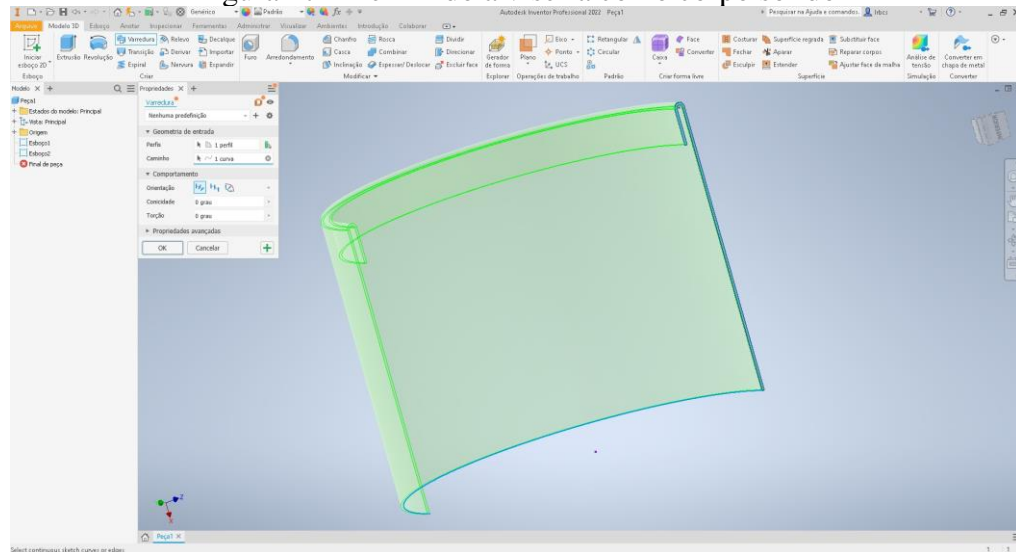
Figura 16 - Início do parte frontal da viseira



Fonte: Própria, 2021.

O projeto foi finalizado com o esboço e aplicado o comando “varredura”, com isso, definiu-se que esta estrutura é um corpo sólido. A viseira pontiaguda é um problema na utilização deste equipamento podendo causar acidentes, então o comando arredondamento nas duas extremidades da máscara foi utilizado para evitar ferimentos, e pela norma será usado 50 mm.

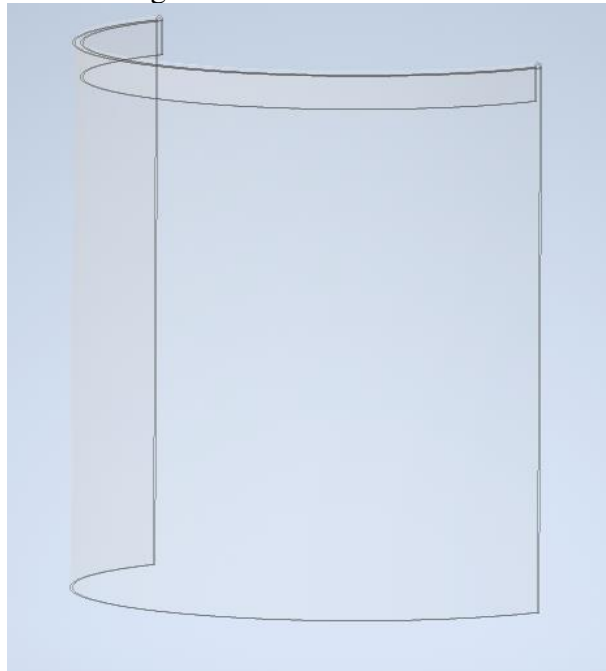
Figura 17 - Definindo a viseira como corpo sólido



Fonte: Própria, 2021.

Como o *software* permite com que o usuário faça alterações em relação ao material para deixar um pouco mais realista, o mesmo foi alterado para transparente claro. Para dar início a uma nova parte da construção, deve-se salvar a parte construída e iniciar um novo projeto.

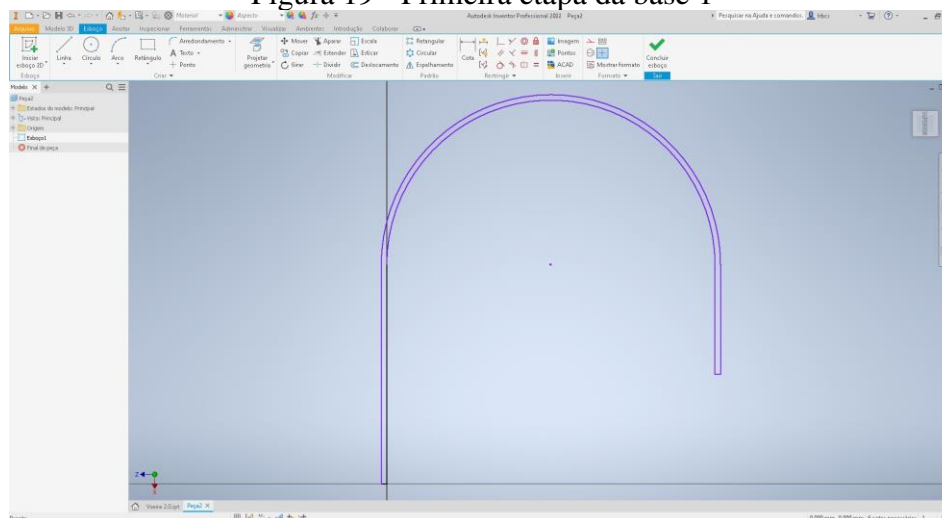
Figura 18 - Viseira concluída



Fonte: Própria, 2021.

Para a criação das bases, o usuário pode utilizar os mesmos comandos mostrados anteriormente, com exceção das ações círculo e extrusão, que foram usadas pela primeira vez, onde é permitido a remoção ou adição de material em cima de uma determinada região.

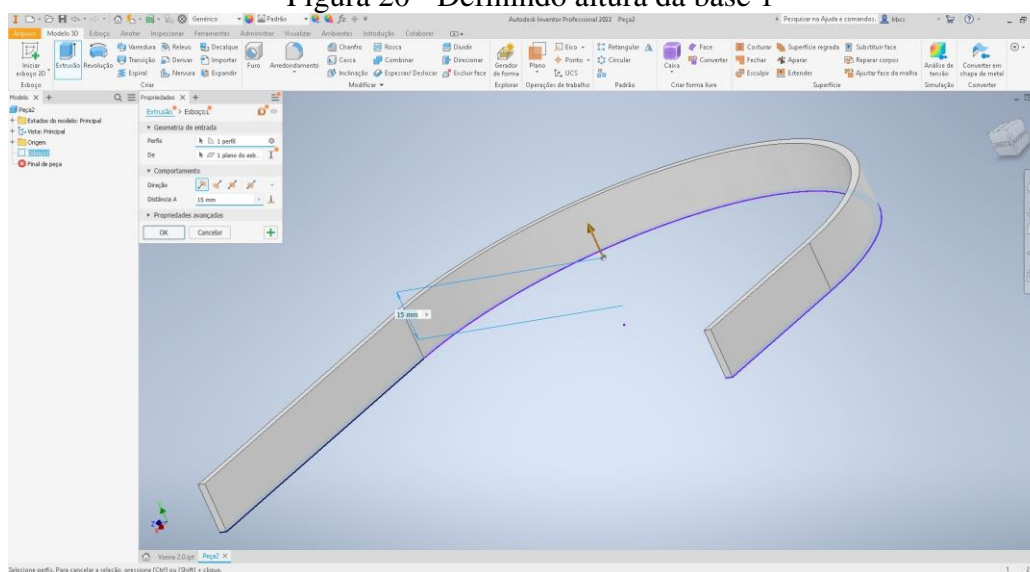
Figura 19 - Primeira etapa da base 1



Fonte: Própria, 2021.

Tem-se então a seguinte configuração feita a partir dos comandos de linha, arco e deslocamento. Em seguida foi utilizado o comando de extrusão para dar largura à base.

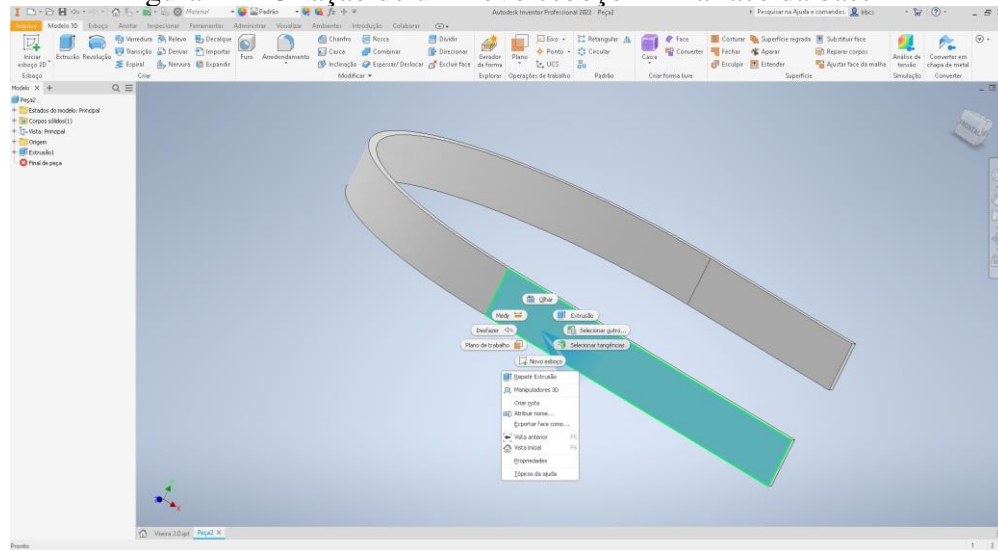
Figura 20 - Definindo altura da base 1



Fonte: Própria, 2021.

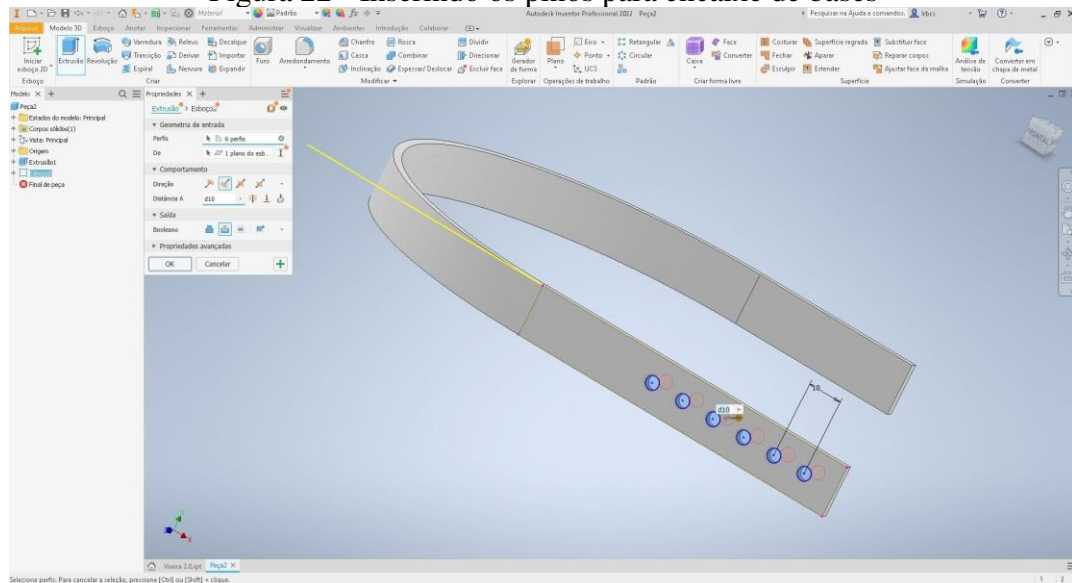
Com o botão direito do mouse criou-se um novo esboço nas duas laterais da base para serem criados pinos e aberturas, para ajustar o tamanho de acordo com o que o usuário deseja. Para criar estes pinos, foi usado o comando círculo em ambos os lados, alterando-se apenas o sentido da extrusão, para obter-se pinos positivos e para aberturas negativas. Em seguida, foi realizado o mesmo procedimento na outra lateral da base, ilustrado na Figura 21.

Figura 21 - Criação de um novo esboço 2D na face da base 1



Fonte: Própria, 2021.

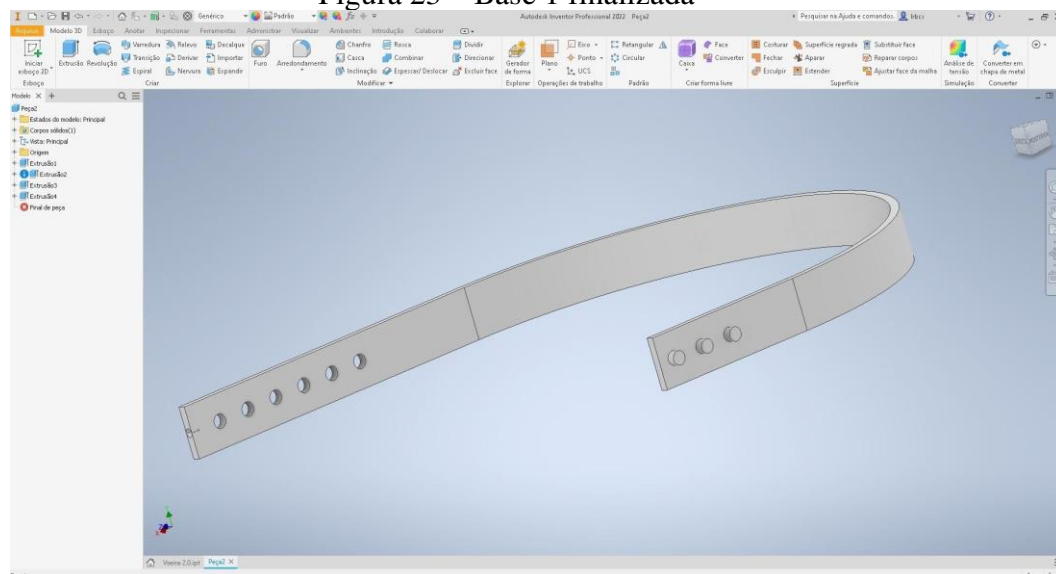
Figura 22 - Inserindo os pinos para encaixe de bases



Fonte: Própria, 2021.

Como já descrito anteriormente o procedimento é repetido na outra face da base, com alteração apenas no sentido da extrusão, sendo assim ao invés de gerar uma abertura, foi criado pinos. De maneira que se visualiza a estrutura na imagem a seguir (Figura 23).

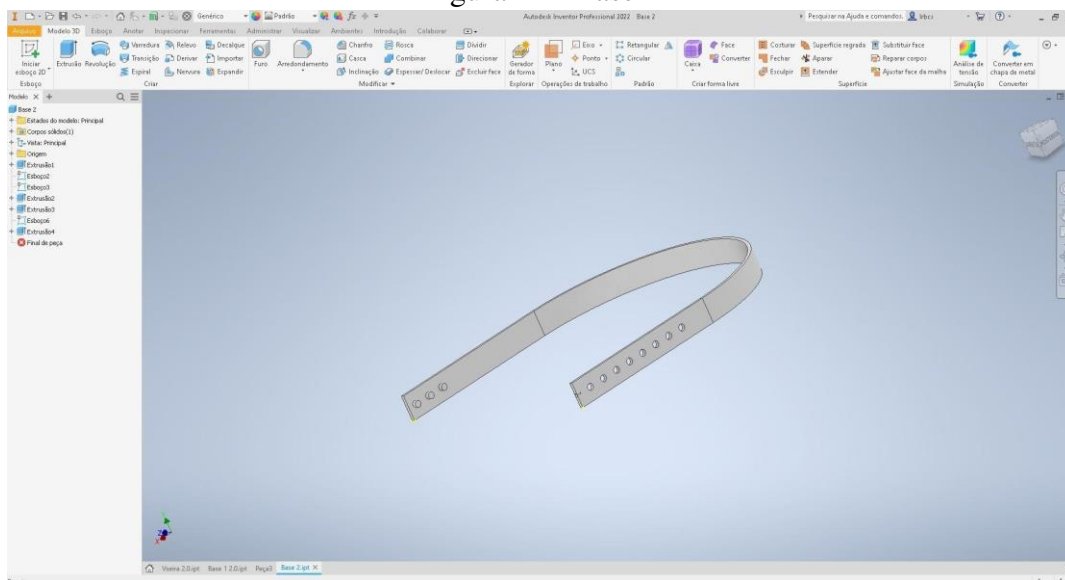
Figura 23 – Base 1 finalizada



Fonte: Própria, 2021.

Sendo assim, a base 1 está concluída e o procedimento será repetido para salvá-la de preferência na mesma pasta onde ficou o arquivo da viseira para facilitar no momento da montagem. A base 2, teve o mesmo procedimento que a base 1, a única alteração ocorreu na parte dos pinos, sendo invertida a ordem e feito na parte interior da base, podendo ser visualizado na Figura 24.

Figura 24 - Base 2

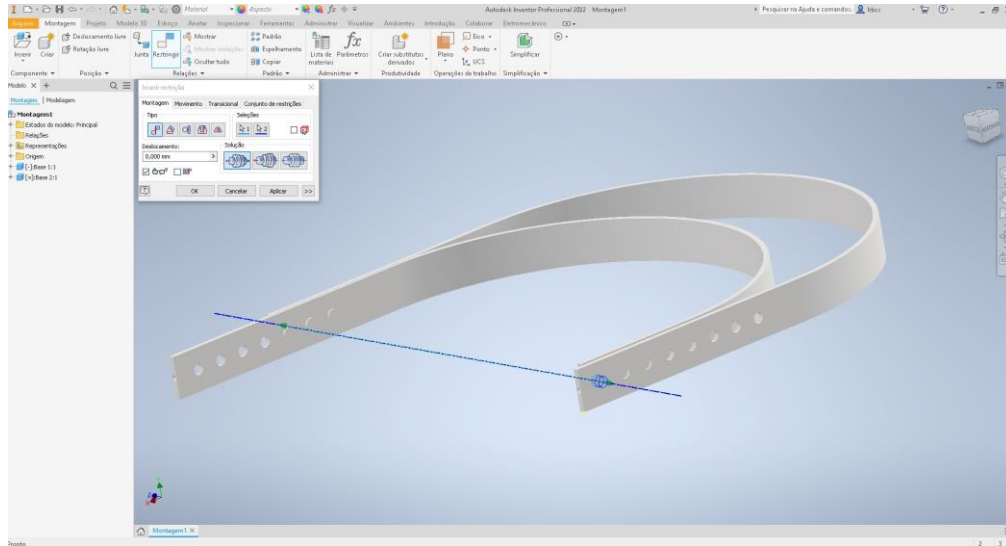


Fonte: Própria, 2021.

Com todas as peças concluídas, abriu-se o modo de montagem do Inventor já mostrado em seção anteriores e inseriu-se de início as duas bases para restringir seus movimentos (encaixar os pinos nas aberturas), selecionado primeiramente o eixo em que se queria que o

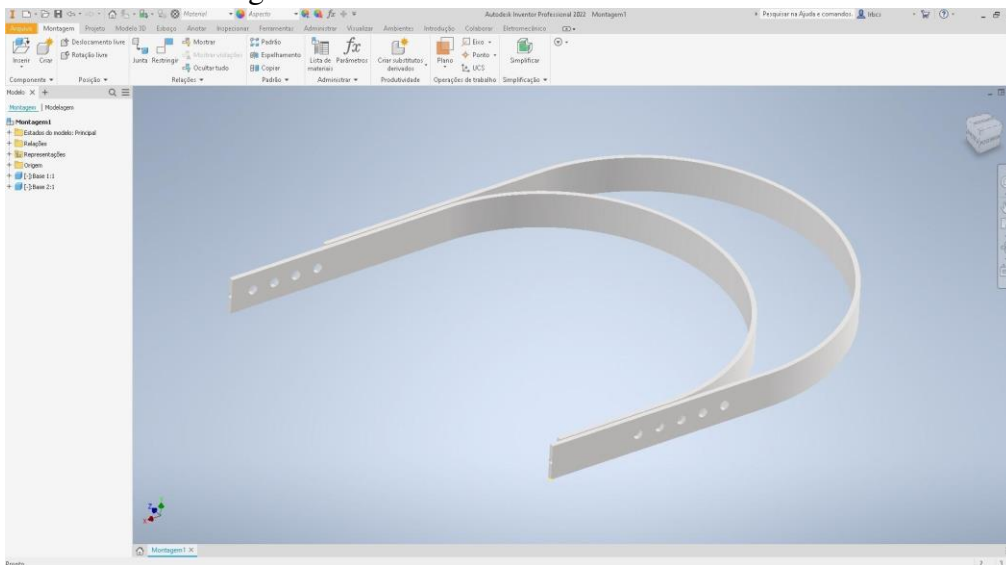
movimento fosse restringido e depois a face dos pinos com a parede externa da base maior, e tendo-se perspectiva mostrada na Figura 25.

Figura 25 - Restringindo movimentos dos pinos



Fonte: Própria, 2021

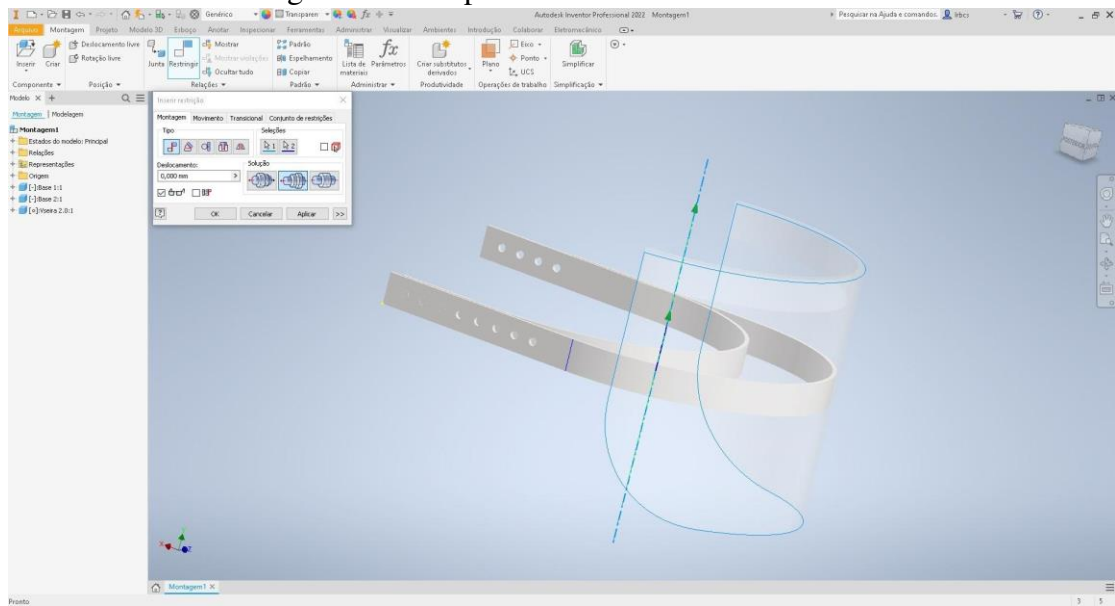
Figura 26 - Bases fixadas e com nenhum movimento



Fonte: Própria, 2021.

Na Figura 26 foi restringido a face interna da base maior com a externa da base menor, par que os pinos fossem conectados nas aberturas. Este ajuste fica a critério do usuário de, de acordo com a circunferência de sua cabeça.

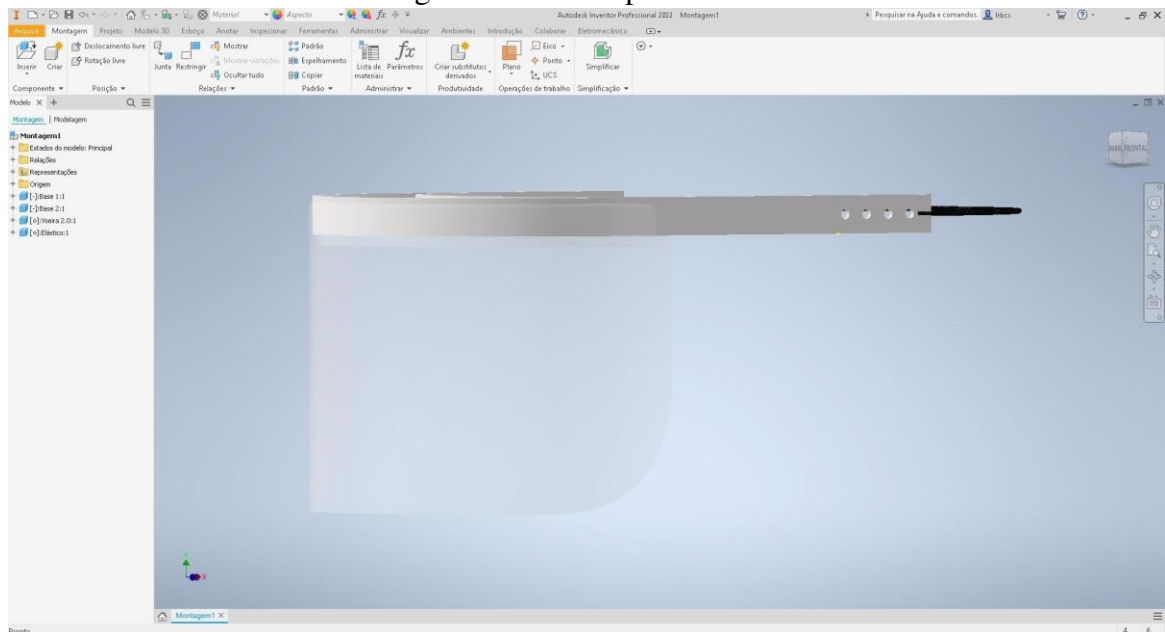
Figura 27 - Acoplando a viseira na base frontal



Fonte: Própria, 2021.

O mesmo princípio pode ser utilizado pelo usuário para a viseira, onde é feita a restrição no movimento com a parte frontal da base externa e a parte interna da viseira. Caso seja necessário a composição de um elástico para manter firme a máscara facial no rosto do usuário, ele pode ser adicionado manualmente na parte traseira da base. Caso seja adicionado, o *design* ficará como o apresentado na imagem da Figura 28.

Figura 28 - Protótipo concluído



Fonte: Própria, 2021.

Após concluído o protótipo virtual, o arquivo foi salvo para possíveis análises futuras ou até mesmo para impressão em 3D. Onde a parte que deve ou pode ser alterada de acordo com a necessidade do cliente ou usuário será as bases utilizadas.

Figura 29 – Exemplo de uma *face shield*



Fonte: ITA, 2020.

Na imagem acima, observa-se um projeto pronto para uso desenvolvido pelo ITA, e mostrado em seu manual que foi tomado como referência para criação deste trabalho.

Figura 30 – Protótipo virtual



Fonte: Própria, 2021.

4. APONTAMENTOS CONCLUSIVOS

Baseado no estudo realizado para a elaboração deste trabalho, pode-se concluir que o desenvolvimento da prototipagem virtual cresce e ganha mais espaço em todas as áreas, tanto no ensino (técnico e graduação), como no setor industrial. Hoje em dia já é possível afirmar que o uso do computador para a modelagem de estruturas ou elementos, é algo indispensável e esse tipo de conhecimento deve ser aplicado em institutos que os discentes tenham disciplinas voltadas à parte de desenho e ou análise estrutural, para que o mesmo possa de forma intuitiva e técnica expandir seus conhecimentos adquiridos em sala de aula.

Como já descrito em outros capítulos o *software* utilizado em questão, foi o Autodesk Inventor, onde o mesmo é capaz de projetar diversos tipos de estruturas das mais complicadas formas.

Neste trabalho foi apresentado um manual de construção de um protótipo virtual de uma *face shield*, conhecido no Brasil como protetor facial, utilizando o Autodesk Inventor. Com este programa, podem ser feitos diversos equipamentos de proteção para o vírus da COVID-19, que é o caso do totem dispenser de álcool em gel, que diferentemente da máscara não possui normativa criada para especificar tamanho ou material, existe apenas um consentimento que pode variar para cada estado.

No Rio Grande do Norte, utiliza-se um tamanho de 1,40 x 0,40 metros, com um recipiente de armazenamento para o álcool em gel de cinco litros, onde o Estado ou a prefeitura que escolhe o tamanho a ser definido. Sendo assim, o Inventor torna-se um *software* acessível devido a sua disponibilidade gratuita para estudantes, fácil instalação e manuseio, atendendo uma boa parte do público que necessita de programas com fins de desenho em 3D.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10647**: informação e documentação: trabalhos acadêmicos: apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 1989. Acesso em: 10 set. 2021.

ITA. Guia para fabricação de Face Shields. Prototipagem virtual : Fabricação de Face Shields, <http://www.ita.br/noticias/guiaparafabricaodeepi>, ano 2020, p. 1-16, 17 abr. 2020. Disponível em: <<http://www.ita.br/noticias/guiaparafabricaodeepi>>.

ROSA, Renan Oyakawa. Aplicação do software AutodeskTM inventor na elaboração do projeto de um redutor de velocidades. 2015. 82 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia Mecânica) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2015. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/139264>>.

PROCONCEPT. A História e a Evolução do Software CAD. *In*: A História e a Evolução do Software CAD. Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, 18 jul. 2018. Disponível em: <https://www.proconcept.com.br/2018/07/18/a-historia-do-software-cad/>. Acesso em: 10 set. 2021.

FARIAS, Ana Vitória. AUTODESK INVENTOR: POSSÍVEIS APLICAÇÕES PARA O ENSINO DE ENGENHARIA E FÍSICA. 2020. 75 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, 2020.

INVENTOR: Software CAD 3D profissional para engenharia e projetos de produtos. Brasil: Autodesk, 2021. Disponível em: <https://www.autodesk.com.br/products/inventor/overview#what-is-inventor>. Acesso em: 15 set. 2021.

Ministério do Trabalho e Emprego. NR 06 – Equipamento de Proteção Individual – EPI. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2015. Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/norma-regulamentadora-no-6-nr-6>> Acesso em: 18 out. 2021.

DE MOURA, Jackson (ed.). Criado no Ceará, capacete Elmo reduz em 60% necessidade de internação em leitos de UTI. Ceará, Brasil, 5 nov. 2020. Disponível em: <https://www.saude.ce.gov.br/2020/11/05/criado-no-ceara-capacete-elmo-recupera-pacientes-com-covid-19-e-reduz-em-60-necessidade-de-internacao-em-uti/>. Acesso em: 25 out. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 448, de 15 de dezembro de 2020, Dispõe, de forma extraordinária e temporária, sobre os requisitos para a fabricação, importação e comercialização de equipamentos de proteção individual identificados como prioritários para uso em serviços de saúde, em virtude da emergência de saúde pública internacional relacionada ao SARS-CoV-2. Diário Oficial da União. Disponível em: < <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-rdc-n-448-de-15-de-dezembro-de-2020-294648890> > Acesso em: 25 out. 2021.

ASSIM era o AutoCAD antigamente: O AutoCAD, da Autodesk, foi lançado pela primeira vez em 1982 com a versão 1.x (DOS). Paraná, Brasil, 14 set. 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=OgbfrG26yDg>. Acesso em: 3 nov. 2021.

COLLIN, Dennis. AutoCAD 2022: A first look. [S. l.], 7 abr. 2021. Disponível em: <https://www.cadlinecommunity.co.uk/hc/en-us/articles/360018995837-AutoCAD-2022-A-first-look>. Acesso em: 10 set. 2021.

IGS/IGES Files Viewer: Glovius CAD Viewer. [S. l.], 2021. Disponível em: <https://www.glovius.com/igs-iges-viewer/?amp>. Acesso em: 15 set. 2021.

DÉMO SOLIDWORKS 95. La Neuveville, Suíça, 30 jun. 2017. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=-cXZUPS6Ev0>. Acesso em: 11 set. 2021.

SOLIDWORKS 2022 - Routing: SOLIDWORKS 2022 significantly accelerates the routing of 3D wires, cables, and harnesses in your product so you can evaluate more ideas during the design cycle. Refinements to Bend Radius control help you avoid errors. Create more robust routes when combined with SOLIDWORKS Electrical.. [S. l.], 13 set. 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ZxR-JfR7fp4>. Acesso em: 10 out. 2021.

INVENTOR - Suporte e aprendizado: Aplicar várias cargas para simulação. [S. l.], 17 out. 2021. Disponível em: <https://knowledge.autodesk.com/pt-br/support/inventor/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/PTB/Inventor-Help/files/GUID-E59D4D86-F62E-423C-B6F5-F0E239FDE745-htm.html>. Acesso em: 29 out. 2021