

## Desenvolvimento de armação de óculos em impressão 3D para usuário com baixa visão: levantamento e análise de dados

*Development of 3D printed eyeglass frames for users with low vision: data collection and analysis*

Ana de Castro Schenkel; Universidade Federal de Santa Catarina; UFSC

Carlos Vinicius Maluly; Universidade Federal de Santa Catarina; UFSC

João Paulo Lucchetta Pompermaier; Universidade Federal de Santa Catarina; UFSC

Sandra Aparecida Piloto Lopes; Universidade Federal de Santa Catarina; UFSC

Giselle Schmidt Alves Diaz Merino; Universidade Federal de Santa Catarina; UFSC

Lizandra Garcia Lupi Vergara; Universidade Federal de Santa Catarina; UFSC

### Resumo

A tradicional fabricação de óculos por meio da produção em série atende de forma generalizada as questões funcionais, entretanto, em se tratando da acomodação da armação como suporte óptico para adaptação de lupas para a visão subnormal, essa produção negligencia aspectos de adaptabilidade e conforto. Com o desenvolvimento e a evolução tecnológica surgem possibilidades para a concepção de produtos com foco no usuário, visando atender necessidades específicas para cada condição oftalmológica. O objetivo desta pesquisa é propor um estudo do processo de concepção de armação de óculos, a partir das premissas do design centrado no usuário e do design inclusivo. O método se baseia no Guia de Orientação para Desenvolvimento de Projetos (GODP), configurado por três momentos e oito etapas fundamentadas pela coleta de informações, desenvolvimento criativo, execução projetual, viabilidade e verificação final do produto. A proposta da armação de óculos para ser impressa em 3D é uma contribuição para o desenvolvimento de um equipamento de auxílio à visão subnormal, uma armação feita de forma personalizada atendendo às necessidades do usuário.

Palavras-chave: deficiência visual; baixa visão; tecnologia assistiva; design inclusivo.

### Abstract

*The traditional manufacture of glasses through series production generally addresses functional issues, however, when it comes to accommodating the frame as an optical support for adapting loupes for low vision, this production neglects aspects of adaptability and comfort. With development and technological evolution, possibilities arise for the design of products focused on the user, aiming to meet specific needs for each ophthalmological condition. The objective of this research is to propose a study of the design process of eyeglass frames, based on the assumptions of user-centered design and inclusive design. The method is based on the Guidance Guide for Project Development (GGPD), configured by three moments and eight steps based on information collection, creative development, project execution, feasibility and final verification of the product. The proposal for a 3D-printed eyeglass frame is a contribution to the development of subnormal vision aid equipment, a custom-made frame meeting the user's needs.*

*Keywords:* visual impairment; low vision; assistive technology; inclusive design.

## 1. Introdução

No Brasil existem mais de 6.056.654 pessoas com visão subnormal (VSN) ou baixa visão (BV), que precisam de óculos personalizados de acordo com sua necessidade para melhorar a qualidade de vida (IBGE, 2010).

No contexto da indústria de fabricação de óculos acontece a produção em série, que atende de forma generalizada as questões funcionais. Entretanto, em se tratando da acomodação da armação como suporte óptico para adaptação de lupas para a VSN, essa produção negligencia aspectos de adaptabilidade e conforto.

Com o desenvolvimento e a evolução tecnológica, surgem possibilidades para a concepção de produtos com foco no usuário, visando atender necessidades específicas para cada condição oftalmológica. Portanto, para adequar de modo personalizado a armação para lente corretiva ou lupa para a visão de perto, será necessária a adaptação na base da armação dentro do diagnóstico do oftalmologista.

O objetivo da pesquisa é propor um estudo do processo de concepção de armação de óculos, a partir das premissas do design centrado no usuário (DCU) e do design inclusivo (DI), baseada na dificuldade das pessoas com baixa visão em conseguir um produto que colabore com a melhoria de sua visão, contribuindo para uma vida próxima do normal. Além disso, considera-se também conceitos de personalização e ergonomia, dentro dos parâmetros da ISO 9999:2016 de Tecnologia Assistiva (TA). Este trabalho apresenta as fases iniciais de pesquisa acerca de um projeto que se encontra em desenvolvimento.

## 2. Referencial teórico

A deficiência é “toda perda ou anormalidade de uma estrutura ou função psicológica, fisiológica ou anatômica que gere incapacidade para o desempenho de atividade, dentro do padrão considerado normal para o ser humano” (BRASIL, 1999), dividida nas categorias de deficiência: auditiva, visual, mental, física e múltipla, quando há associação de duas ou mais. Considera-se deficiência visual quando há cegueira, BV ou ocorrência simultânea de ambas (BRASIL, 2004).

A Sociedade Brasileira de Visão Subnormal (SBVSN) conceitua pessoa com BV quem “tem comprometimento de seu funcionamento visual” (LEAL, s.d.). Muitas pessoas perdem totalmente a capacidade visual, e isso pode acontecer ao longo da vida ou desde o nascimento, por várias razões. Com BV a pessoa geralmente consegue ver uma placa, porém pode não conseguir ler as palavras corretamente. No caso de uma pessoa que se aproxima, não consegue distinguir a face, precisando de contato bem próximo. Há também diminuição ou perda da acuidade visual, da habilidade de leitura e consequentemente das habilidades individuais. Além disso, apresenta problemas na percepção de luz, acarretando dificuldades no dimensionamento do campo visual, ou mesmo na identificação de ponto de fixação e na capacidade da utilização da visão nas atividades do cotidiano.

A proposta é trabalhar o desenvolvimento de armações especiais, principalmente em casos que exigem lentes com alto grau de dioptria. No contexto da TA, que enfatiza os auxílios ópticos, consideram-se os auxílios para qualificação da habilidade visual e recursos que ampliam a informação a pessoas com BV para o uso de auxílios ópticos, lentes, lupas manuais e lupas eletrônicas, softwares ampliadores de tela e aplicativos com retorno de voz (SCATOLIM *et al.* 2017).

O termo "Tecnologia Assistiva" "é ainda novo, utilizado para identificar todo o arsenal de recursos e serviços que contribuem para proporcionar ou ampliar habilidades funcionais de pessoas com deficiência e consequentemente promover vida independente e inclusão" (BERSCH, 2017, p. 2). Embora o processo de inclusão, para o diagnóstico da deficiência visual com BV, implique na relação desta deficiência associada à falta de recursos ópticos adequados, vale a reflexão sobre como construir entendimento sobre T.A. ao avaliar contextos diferentes para esse novo conceito (GALVÃO FILHO, 2013).

Sobre T.A. e as aplicações, com o interesse de observar e ampliar as classificações e os correspondentes auxílios ópticos, indo além das questões legais, destaca-se que existe uma Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF), que é possível apresentar as categorias específicas para as definições e medidas de acuidade visual destacando os auxílios apropriados. Podem ser observadas as seguintes situações: BV moderada com necessidade de lentes esféricas prismáticos; BV severa requer lentes esféricas, lupas de mesa de alto poder e; BV profunda precisa de lupa montada com telescópio magnificação (SCATOLIM *et al.*, 2017), conforme Figura 1.

**Figura 1 - (A) Auxílio óptico com lupa. (B) Auxílio óptico com lupa central.**

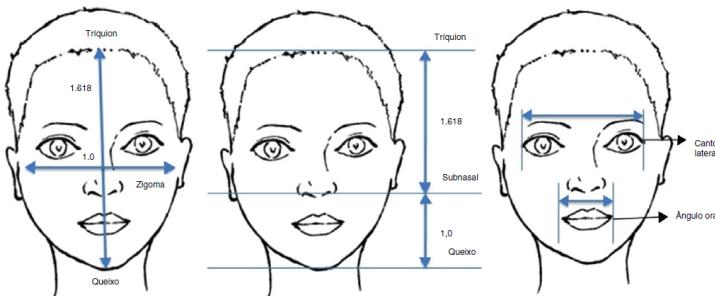


Fonte: FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS (s.d.).

Para a confecção de armações de óculos adequadas, é necessário se atentar para aspectos antropométricos dos usuários. A estética se preocupa com o estudo do belo relacionado às proporções harmônicas e simétricas, assim envolvendo o estudo de medidas e suas relações. Na produção de armações de óculos há uma preocupação com parametrização de medidas e peso. A face deve ser medida e, com isto, percebe-se a grande variedade de dimensões e proporções antropométricas. A idade e o gênero marcam diferenças significativas. Nascimento, Cassiani e Dantas (2013), afirmam que os homens em geral têm maiores medidas antropométricas orofaciais do que as mulheres. As diferenças podem ser percebidas com maior clareza, entre os gêneros, a partir da adolescência. Ricketts (1957) preconizou três tipos faciais: dolicocefálico, mesocefálico e braquicefálico. Estes apresentam diferentes predominâncias de crescimento, seja

no sentido vertical, na combinação do vertical com horizontal ou no horizontal, formando diferentes contornos faciais (Figura 2).

**Figura 2 - Medidas e proporções usadas para análise facial.**



Fonte: KAYA et al. (2019).

Para concepção de armação personalizada, é relevante escolher um meio que realize a medição de forma detalhada com foco na variabilidade e especificidade do usuário, essencial para garantir a qualidade final.

O Design Centrado no Usuário (DCU) é um termo que considera as especificidades do usuário no desenvolvimento de produtos, consiste na participação ativa do usuário onde os mesmos estão diretamente envolvidos. “É tanto uma filosofia ampla quanto uma variedade de métodos” (ABRAS; MALONEY-KRICHMAR; PREECE, 2004). Trata das capacidades humanas, juntamente com as dimensões temporal e social, “configurando um processo altamente empático” (MERINO, 2016).

O foco é “facilitar a tarefa para o usuário e garantir que o usuário seja capaz de fazer uso do produto como pretendido e com um esforço mínimo para aprender a usá-lo” (ABRAS; MALONEY-KRICHMAR; PREECE, 2004). Conforme Gulliksen *et al.* (2003), o DCU se baseia em 12 princípios-chave onde o resultado do projeto tem relação com um ou mais destes princípios.

A abordagem centrada no ser humano caracteriza-se pelo seguinte: a) o envolvimento ativo dos usuários e uma compreensão clara dos requisitos do usuário e da tarefa; b) uma alocação adequada de função entre usuários e tecnologia; c) a interação de soluções de design; d) projeto multidisciplinar (ISO 13407:1999).

Além do DCU, também são importantes os princípios do Design Inclusivo (DI). “O Design Inclusivo é um design abrangente e integrado que engloba todos os aspectos de um produto pelo consumidor de diversas idades e capacidades, em uma ampla variedade de contextos” (BSI, 2019). Para a *Engineering Design Centre* da Universidade de Cambridge (2019), o DI destaca a importância da compreensão das variações de capacidades, necessidades e aspirações do usuário para fazer projetos incluindo o maior número possível de pessoas.

O princípio base para desenvolvimento e execução da proposta está na utilização da impressão 3D, que consiste na produção de um objeto físico por meio da impressão, camada sobre camada, de um modelo digital. Esta tecnologia possui inúmeras vantagens como, por exemplo, a redução de custos de produção, agilidade e economia de tempo, menor quantidade de restrições do

processo com criação de peças mais complexas e melhor efeito visual (SUN, 2017). Para que a impressão ocorra, é necessária a modelagem digital do objeto em um software de computador adequado, com as medidas reais da peça e materiais específicos de impressão.

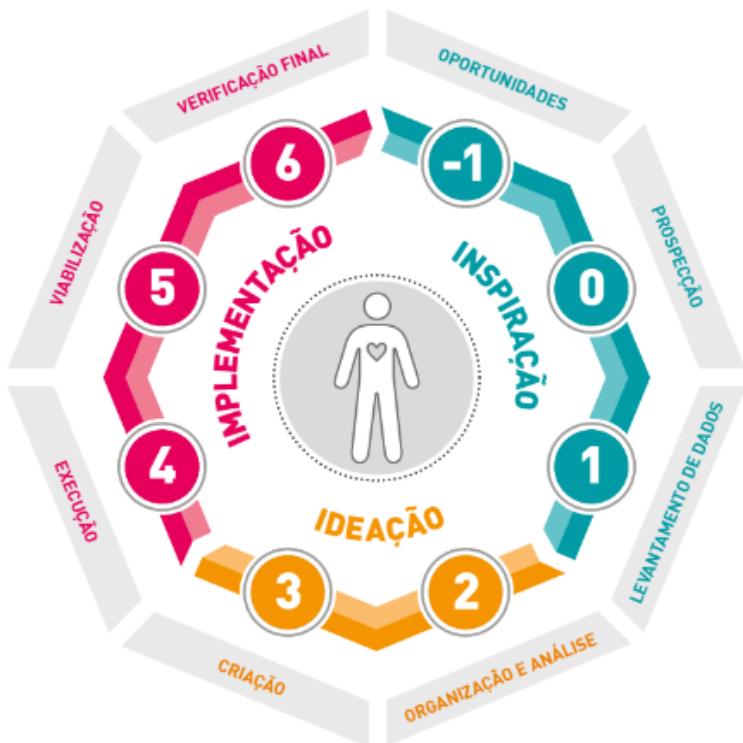
Entre os vários tipos de processos de impressão 3D, destaca-se o *Fusion Deposition Modeling* (FDM). É um dos métodos mais comuns e de baixo custo de fabricação, no qual o polímero termoplástico em forma de filamento é depositado até a peça ser formada camada por camada (GAO; YU; LI, 2020). É importante ressaltar que cada impressora possui características próprias acerca da tecnologia FDM, área útil de impressão, velocidade máxima de impressão, temperatura máxima da mesa, temperatura máxima do extrusor, resolução máxima de impressão e precisão de impressão, pontos estes que devem ser verificados antes do início da modelagem digital do objeto.

Waseem, Kazmi e Qureshi (2017) comentam que a impressão 3D permite que as indústrias criem produtos personalizados. Na modernização de hoje as pessoas não querem que os produtos sejam os mesmos, pois esperam que estejam focados em atender suas necessidades, e os produtos impressos em 3D surgem como uma solução para esta questão.

### **3. Método**

Esta pesquisa se caracteriza como exploratória e descritiva, com abordagem qualitativa. Adotou-se uma abordagem centrada no usuário no processo de concepção de um produto de TA, neste caso uma armação de óculos. Isso se deu por meio do Guia de Orientação para Desenvolvimento de Projetos (GODP), uma metodologia configurada por três momentos e oito etapas (Figura 3), fundamentadas pela coleta de informações, desenvolvimento criativo, execução projetual, viabilidade e verificação final do produto. As oito etapas seguem os procedimentos da definição do problema, levantamento de informações, processo criativo e validação. Definem-se os blocos de referência: Produto, Usuário e Contexto (PUC), uma vez que estes possibilitam a definição de técnicas e ferramentas a serem utilizadas durante o desenvolvimento do projeto (MERINO, 2016).

Figura 3 - Etapas do desenvolvimento de projetos.



Fonte: MERINO (2016).

O guia se sustenta em três grandes momentos do processo de desenvolvimento de projetos: inspiração, ideação e implementação. Como a pesquisa encontra-se em desenvolvimento, este estudo apresenta um recorte dos dois primeiros momentos (inspiração e ideação).

## 4. Resultados e Discussões

### 4.1 Etapa -1: Oportunidades

Bourne *et al.* (2017) relataram que conforme dados mundiais de 2015, constatou-se que 188 milhões de pessoas apresentavam quadro de deficiência visual leve, 217 milhões apresentavam moderada a grave e 36 milhões apresentavam cegueira.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no Censo de 2010, haviam 6.056.654 pessoas com VSN ou BV, que necessitam de óculos para a sua vida e que possuem dificuldade em encontrar modelos conforme as suas necessidades, sendo que “mais de 45,6 milhões de brasileiros declararam ter alguma deficiência, esse dado representa 23,9% da população” (SCATOLIM *et al.* 2017, p. 3).

Além do cenário global e brasileiro, há também a necessidade pessoal de um dos autores do artigo, que teve diagnóstico de degeneração macular relativa à idade (DMRI). Esse diagnóstico faz referência a Classificação Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde (CID-11), onde H54.2 corresponde a “VSN de ambos os olhos” (WHO, 2022). A experiência foi

amparada por pesquisa durante a realização de especialização em Engenharia Industrial 4.0 com materiais inteligentes e o planejamento de manufatura aditiva.

Com isso, houve o despertar de um dos autores pela pesquisa da temática, embora sem ser profissional da saúde, na tentativa de contribuir para superar as dificuldades na adaptação da armação de óculos na acomodação nasal e facial, incluindo as têmporas nas laterais da cabeça e orelhas (MALULY *et al.*, 2021). Primeiramente foi realizada busca para o levantamento de dados nas seguintes bases: *Web of Science* (WoS), *Scopus* e Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD). Utilizaram-se os seguintes descritores, em inglês e português, para busca das publicações: “*frame glasses*”; “*low vision*”; “*design*”; “*3D printing*” com o operador lógico “AND”, sem encontrar resultados. Posteriormente, foi realizada uma pesquisa em clínicas, centros ópticos e óticas especializadas na cidade de Curitiba/PR para encontrar processos semelhantes, identificando-se uma lacuna especificamente tratando-se da BV.

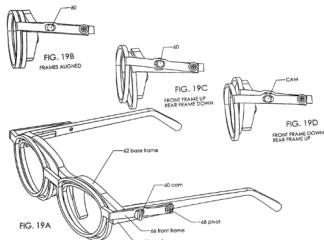
#### **4.2 Etapa 0: Prospecção**

“Nesta etapa, após a verificação das oportunidades é definida a demanda/problemática central que norteará o projeto” (MERINO, 2016). Foram definidas as ações: pesquisa de viabilidade do projeto por meio de busca por patentes e a identificação dos blocos de referências.

Identificando a demanda do usuário com BV por uma forma de utilizar as lentes/lupas de forma mais prática e agradável, conclui-se que o produto a ser projetado será um dispositivo óptico adaptado. Após, pesquisou-se a viabilidade legal e técnica, através da busca de registro na plataforma online do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), com as palavras-chave “dispositivo óptico adaptado”; “óculos adaptado”; “óculos baixa visão”; e no *Google Patents* com as palavras-chave “adapted; eye glasses” e “lower vision; eye glasses”.

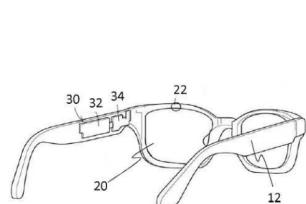
Das patentes localizadas, foram analisadas aquelas consideradas de maior relevância para o projeto, por terem maior similaridade com objetivo geral. Foram selecionadas 3 (três) patentes, apresentadas e especificadas na Figura 4.

**Figura 4 - Patentes.**



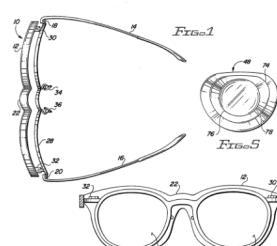
**Adjustable focus lenses (US7338159B2)**

A presente invenção fornece uma unidade de lente com pelo menos dois elementos de lente. Um mecanismo é fornecido para ajustar a posição de um dos dois elementos de lente em relação ao outro em uma direção geralmente perpendicular a uma direção de visualização.

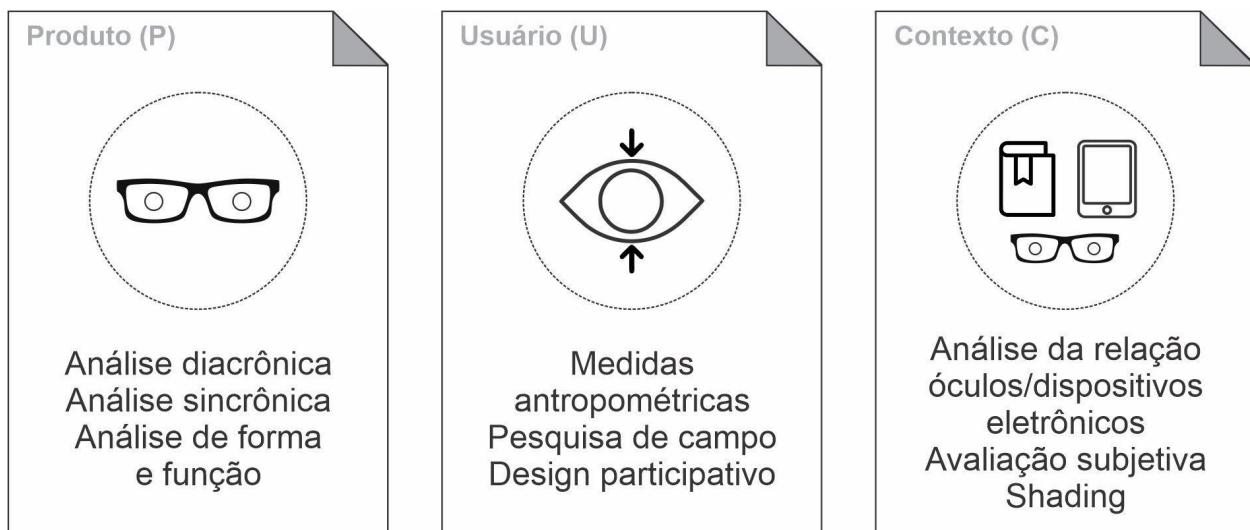


**Dispositivo óptico adaptado (BR 112019020558-6 A2)**

A presente invenção refere-se a um dispositivo óptico compreendendo: uma lente programável ativa (20); um sensor de visão (22) adaptado para medir dados de visão relacionados com a distância de visão e/ou direção do olho; e um controlador de potência óptica (30) compreendendo: uma memória (32) e um processador (34).



**Figura 6 - Etapas de levantamentos de dados.**



Fonte: AUTORES (2022). Adaptado de MERINO (2016).

#### **4.3.1 Produto**

Com relação ao bloco “Produto” foram organizadas as informações apresentadas, quanto aos óculos, em subcategorias: análise diacrônica; análise sincrônica; e análise de forma e função.

##### **Análise Diacrônica**

Foram analisados: o uso e a evolução dos óculos, desde a invenção da pedra de leitura, no século XIII até a segunda metade do século XX. Estas informações foram colocadas em ordem cronológica (Figura 7), para melhor entendimento.

**Figura 7 - Análise diacrônica dos óculos.**



Fonte: CBC (2022); ZEISS (2017); ROCHA (2021).

### Análise Síncronica

Para avaliação dos similares e concorrentes, utilizou-se a técnica de análise síncronica, na qual é realizada uma análise comparativa dos produtos presentes no mercado, ou seja, óculos de grau fabricado em impressora 3D. Apresenta-se na Figura 8 a análise das marcas que atualmente fabricam e comercializam no Brasil e no mundo.

**Figura 8 - Análise síncronica das empresas que fabricam óculos em impressora 3D.**

Marca	Qtde de modelos	País	Faixa de preço	Página
<b>YOFACE</b>	30	Brasil	R\$ 600,00	<a href="https://www.yoface.com.br/">https://www.yoface.com.br/</a>
<b>YOU.MAWO</b>	101	Alemanha	€420,00 - 650,00	<a href="https://www.youmawo.com/">https://www.youmawo.com/</a>
<b>Hoet</b>	25	Bélgica	não informado	<a href="https://www.hoet-optiek.be/en/">https://www.hoet-optiek.be/en/</a>
<b>MONOQOOL</b>	110	Dinamarca	não informado	<a href="https://monoqool.com/">https://monoqool.com/</a>

Fonte: AUTORES (2022).

## Análise de Forma e Função

Para analisar a forma e função dos óculos (Figura 9), o produto foi dividido em partes principais, nomeadas e suas funções detalhadas.

**Figura 9 - Óculos com as suas partes nomeadas.**



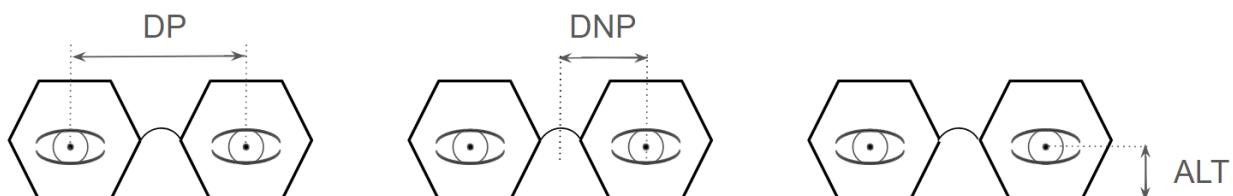
Fonte: ZEREZES (2023).

Os óculos mais tradicionais são divididos em: lente - peça fundamental dos óculos, pois é através dela que o usuário tem a correção da visão, por meio das lentes de grau, e/ou a proteção contra os raios solares; aro - serve para encaixar as lentes; haste - sustentação dos óculos, apoiando na orelha; ponteira - revestimento nas extremidades das hastes para apoiar a armação nas orelhas; ponte - sustentação que une os aros, apoiando no nariz; plaquetas - muito comum em armações metalizadas, sendo apoiadas no nariz, ajudando no ajuste dos óculos ao rosto; e a charneira - local onde ficam as dobradiças e parafusos que unem as hastes ao aro/armação dos óculos.

### 4.3.2 Usuário

Para o desenvolvimento da armação, que exige estrutura especial, devem ser realizadas medidas que contemplem a região nasal, ocular e facial, considerando: Distância Pupilar (DP), Distância Naso Pupilar (DNP) e Altura Pupilar (ALT), conforme Figura 10.

**Figura 10 - Detalhamento das medidas “DP-DNP-ALT”.**



Fonte: AUTORES (2022).

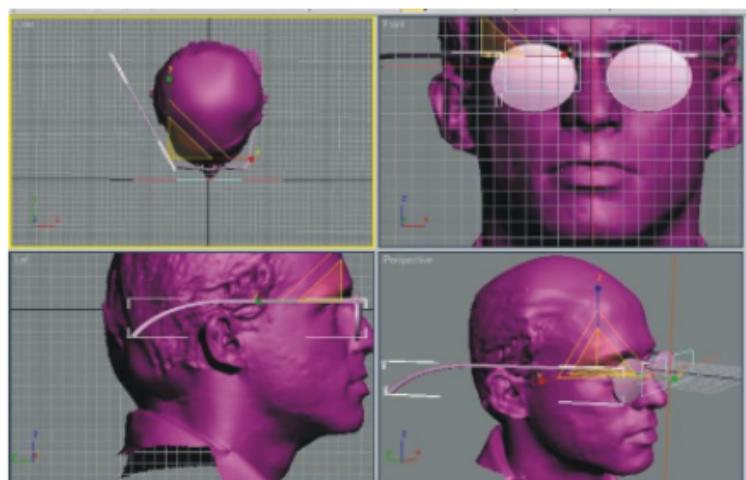
Além disso, é importante atentar-se para a largura da cabeça do usuário para melhor adequação da armação e da haste. Deve-se considerar as distâncias: entre o olho e a lente, da lente até o

apoio nas orelhas e do apoio com estabilidade sobre o nariz, considerando cada lado do rosto e cada situação específica.

O “pupilômetro”, ou régua específica, é uma ferramenta na qual é possível realizar essas medições fundamentais para a manufatura das lentes a serem acopladas na armação e a adaptação para cada pessoa.

A partir do escaneamento facial (Figura 11), com precisa identificação da DP e DNP, obtém-se o modelo da região facial para o desenvolvimento adequado da peça.

**Figura 11 - Exemplo de escaneamento facial.**



Fonte: BERTOL *et al.* (2010).

Em todo o processo de concepção o usuário é peça fundamental considerando que está sendo desenvolvido um produto personalizado e exclusivo conforme as necessidades individuais.

#### 4.3.3 Contexto

A visão subnormal interfere na visualização de cores, contrastes e focalização de textos nas tarefas do dia a dia, como a leitura de livros ou dispositivos eletrônicos. Os óculos para visão subnormal são usados exclusivamente para esta função.

Apesar de atualmente a maioria dos dispositivos eletrônicos possuírem recursos de acessibilidade, alguns softwares ainda têm restrições de uso quanto a este recurso, causando certas desconfigurações que dificultam a usabilidade.

No processo diário de uso dos dispositivos eletrônicos, fontes com maiores dimensões e alto contraste são essenciais. Mesmo utilizando os óculos com lupa, ainda há necessidade de aproximação dos dispositivos, espelhamento da tela ou telas maiores.

Tendo em vista a necessidade pessoal de um dos autores do artigo, constata-se a constante demanda por adequação manual dos óculos tradicionais durante seu uso. Neste tipo de deficiência as necessidades são variáveis, conforme a forma com que as informações são

visualizadas (mais perto ou mais longe). A assimetria facial é outro fator que interfere na usabilidade. Os óculos utilizados atualmente possuem uma massa significativa, considerando a armação e as lentes, tornando o produto pesado para o uso. Mesmo com o avanço dos materiais de confecção de lentes, as lupas para acoplamento ainda são pesadas e possuem espessuras significativas que causam desconfortos durante o uso, fazendo com que o usuário não utilize de forma contínua. Identifica-se a necessidade de armação adequada às dimensões faciais do usuário, mais leve que colabore na melhoria da visão com o auxílio da lupa corretiva.

#### **4.4 Etapa 2: Organização e análise**

Organizaram-se as informações pesquisadas a respeito de cada Bloco de Referência por meio de painéis síntese. Em seguida, a partir da análise dos dados, geraram-se os requisitos relevantes que nortearão a criação do produto, apresentados no Quadro 1.

**Quadro 1 - Requisitos de projeto.**

Blocos de referências	Requisitos
Produto	Armação pesando menos de 100g Cores variadas Formas variadas
Usuário	Personalizável Mãos livres Conforto
Contexto	Lentes que se movem Automação da lente

Fonte: AUTORES (2022).

Os requisitos guiam o projetista na solução do problema, garantindo ao usuário o conforto necessário durante o uso e as mãos livres para execução de outras atividades, como virar a página de um livro.

Considera-se que os processos de obtenção de dados e construção do modelo são fundamentais para a confecção do protótipo destinado ao atendimento ergonômico. Haja vista que a finalidade é atender o indivíduo portador de degeneração macular que usará a armação adaptada e terá as mãos liberadas para aproximar os objetos em foco para a visão de perto.

#### **5. Conclusões**

A proposta da armação de óculos para ser impressa em 3D é uma contribuição para o desenvolvimento de um equipamento de auxílio à VSN, uma armação feita de forma personalizada atendendo as necessidades do usuário.

A VSN não pode ser curada com cirurgias e as pessoas com essa deficiência possuem grande dificuldade para enxergar e principalmente para ler. A criação desta armação irá contribuir para a inclusão dessas pessoas nas suas rotinas e a uma vida com menos empecilhos, onde podem realizar atividades simples, como a leitura de um livro. Espera-se que, desse modo, os aspectos sociais e econômicos possam ser mais explorados para que mais modelos de aperfeiçoamento de instrumentos óticos surjam para contribuir e facilitar a vida das pessoas com VSN.

Cabe reforçar que a pesquisa em questão encontra-se em desenvolvimento, por este motivo as fases subsequentes expostas na metodologia (criação, execução, viabilização e verificação final) não foram contempladas neste trabalho. Tendo em vista sua continuidade, é necessário firmar parcerias com laboratórios de pesquisa ou empresas visando viabilizar essas etapas. Além disso, será importante uma maior participação de usuários com baixa visão, para que, com a experiência destes, seja possível chegar em um produto mais perto do ideal para este público.

“Em resumo: vivemos em um mundo cada vez mais moldado pela intervenção humana, em que o design pode habilitar ou desabilitar as pessoas. É imperativo que projetemos um mundo que melhor corresponda à diversidade presente na população” (CLARKSON; COLEMAN, 2015, p. 236).

Assim, deve-se considerar que o design é um importante instrumento para inclusão, entretanto, em hipótese alguma, a proposta desse recurso óptico pode ter aplicação sem a diretriz, análise e decisão sob os rigores da orientação médica.

## 6. Referências Bibliográficas

ABRAS, C.; MALONEY-KRICHMAR, D.; PREECE, J. **User-Centered Design.** In: Encyclopedia of Human-Computer Interaction. Thousand Oaks: Sage Publications, 2004.

BERSCH, R. **Introdução à tecnologia assistiva.** Porto Alegre: CEDI, v. 21, 2017. Disponível em: <[https://ntmmacae.com/site/files/Educa%C3%A7%C3%A3o%20Inclusiva/Tecnologia%20Assistiva/Introducao\\_Tecnologia\\_Assistiva.pdf](https://ntmmacae.com/site/files/Educa%C3%A7%C3%A3o%20Inclusiva/Tecnologia%20Assistiva/Introducao_Tecnologia_Assistiva.pdf)>. Acesso em: 15 jun. 2021.

BERTOL, L. S. et al. A Digitalização 3D a Laser como Ferramenta para a Customização de Armações de Óculos. In: **DESIGN, 2010. 9º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design.** São Paulo: 2010. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/5479699-A-digitalizacao-3d-a-laser-como-ferramenta-para-a-customizacao-de-armacoes-de-oculos.html>>. Acesso em: 01 jul. 2021.

BOURNE, R. R. A. Magnitude, temporal trends, and projections of the global prevalence of blindness and distance and near vision impairment: a systematic review and meta-analysis. **The Lancet Global Health**, set. 2017. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/319667106>>. Acesso em: 11 dez. 2022.

BRASIL. **Decreto nº 3.298, de 20 de dezembro de 1999.** Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/d3298.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d3298.htm)>. Acesso em: 11 dez. 2022.

**BRASIL. Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004.** Disponível em:  
<http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/decreto%205296-2004.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2022.

**BSI - British Standards Institution. BS 7000-6:2005.** 2019. Disponível em:  
<https://shop.bsigroup.com/ProductDetail/?pid=000000000030142267>. Acesso em: 14 nov 2019.

**CLARKSON, J.; COLEMAN, R.** History of Inclusive Design in the UK. **Applied Ergonomics**, Elsevier, v. 46, 2015, p. 235-247. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2013.03.002>. Acesso em: 10 nov. 2019.

**CBC - Catalogo Beni Culturali Veneto. Patrimônio material demo-etno-antropológico.**  
Disponível em:  
<https://catalogo.regione.veneto.it/beniculturali/detail.jsp#Detail;detailTab=0;detailQuery=mu seo%20dell%27occhiale>. Acesso em: 04 jan 2023.

**ENGINEERING DESIGN CENTRE. What is inclusive design?.** 2019. Disponível em:  
<http://www.inclusivedesigntoolkit.com/whatis/whatis.html>. Acesso em: 14 nov. 2019.

**FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS.** Universidade Estadual de Campinas. **Os auxílios ópticos.** Campinas: UNICAMP, s.d. Disponível em: <https://www.fcm.unicamp.br/fcm/auxilios-opticos/os-auxiliros-opticos>. Acesso em: 11 dez. 2022.

**GALVÃO FILHO, T. A.** A construção do conceito de Tecnologia Assistiva: alguns novos interrogantes e desafios. *In: Revista da FACED - Entreideias: Educação, Cultura e Sociedade*, Salvador: Faculdade de Educação da Universidade Federal da Bahia - FACED/UFBA, v. 2, n. 1, p. 25-42, jan./jun. 2013. Disponível em: [www.galvaofilho.net/T](http://www.galvaofilho.net/T). Acesso em: 12 dez. 2022.

**GAO, X.; YU, N.; LI, J.** Influence of printing parameters and filament quality on structure and properties of polymer composite components used in the fields of automotive. *In: FRIEDRICH, K. et al. (Eds.). Structure and Properties of Additive Manufactured Polymer Components.* Woodhead Publishing Series in Composites Science and Engineering. [s.l.]: Woodhead Publishing, 2020. p. 303–330. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819535-2.00010-7>. Acesso em 10 dez. 2022.

**GULLIKSEN, J. et al.** **Key Principles for User-Centred Systems Design.** Human-centered software engineering — Integrating Usability in the Software Development LifecycleHuman-Computer Interaction Series, v. 8, p. 17-36, 2005. Disponível em:  
[https://www.researchgate.net/publication/220208366\\_Key\\_Principles\\_for\\_User-Centred\\_Systems\\_Design](https://www.researchgate.net/publication/220208366_Key_Principles_for_User-Centred_Systems_Design). Acesso em: 17 dez. 2022.

**IBGE.** Censo Demográfico 2010. **Características gerais da população, religião e pessoas com deficiências.** Rio de Janeiro. p. 1-215. 2010. Disponível

em:<[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/94/cd\\_2010\\_religiao\\_deficiencia.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/94/cd_2010_religiao_deficiencia.pdf)>. Acesso em: 11 dez. 2022.

ISO 9999:2016. **International Standard:** Assistive products for persons with disability - Classification and terminology. Disponível em:  
<<http://www.ct.ufpb.br/lacesse/contents/documentos/legislacao-internacional/iso-9999-produtos-de-apoio-para-pessoas-com-deficiencia-classificacao-e-terminologia-2016.pdf>>. Acesso em 11 dez. 2022.

ISO 13407:1999. **Human-centred design processes for interactive systems.** Disponível em:  
<<https://www.iso.org/standard/21197.html>>. Acesso em: 17 dez. 2022.

ISO 8624:2020. **Ophthalmic optics - Spectacle frames - Measuring system and vocabulary.** Disponível em: <<https://www.iso.org/standard/75385.html>>. Acesso em 15 dez. 2022.

KAYA, K. S. *et al.* Avaliação das medidas de análise facial pela proporção áurea. **Brazilian Journal of Otorhinolaryngology**, v. 85, 2019, p. 494-501. Disponível em:  
<<https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2018.07.009>>. Acesso em: 10 dez. 2022.

LEAL, D. **Conceito de Visão Subnormal.** São Paulo: SBVSN, s.d. Disponível em:  
<<https://www.cbo.com.br/subnorma/conceito.htm>>. Acesso em: 11 dez. 2022.

MALULY, C. V.; BARICHELLO.; K. S.; ZANON, T. A. C. Proposta de escaneamento digital, manufatura aditiva e impressão 3D: Tecnologia Assistiva e o desenvolvimento de recurso óptico para auxílio à leitura de pessoas com baixa visão ou visão subnormal. CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO E I LATIN AMERICAN CONGRESS OF APPLIED TECHNOLOGIES, 1., 2021. **Anais** [...]. Curitiba, 2021.

MERINO, G. S. A. D. **GODP - Guia de Orientação para Desenvolvimento de Projetos:** Uma metodologia de Design Centrado no Usuário. Florianópolis: NGD/UFSC, 2016. Disponível em: <<http://ngd.ufsc.br/wp-content/uploads/2018/03/e-book-godp.pdf>>. Acesso em: 09 dez. 2022.

NASCIMENTO, W. V.; CASSIANI, R. A.; DANTAS, R. O. Efeito do gênero, da altura corporal e da etnia nas medidas antropométricas orofaciais. **CoDAS**, v. 25, 2013, p. 149-153. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/codas/a/PvsxDCSFnc8qWwHX7c76rC/abstract/?lang=pt#>>. Acesso em: 1 dez. 2022.

RICKETTS, R. M. Planning treatment on the basis of the facial pattern and an estimate of its growth. **Am J Orthod**, St. Louis, v. 27, no. 1, 1957.

ROCHA, J. **Por trás desses óculos.** in vivo - museu da vida. Fundação Oswaldo Cruz. Disponível em: <<http://www.invivo.fiocruz.br/historia/por-tras-desses-oculos/>>. Acesso em: 04 jan 2023.

SCATOLIM, R. L. *et al.* Legislação e tecnologias assistivas: aspectos que asseguram a acessibilidade das pessoas com deficiências. **InFor**, v. 2, n. 1, p. 227-248, 2017. Disponível em:

<<https://ojs.ead.unesp.br/index.php/nead/article/view/InFor2120161>>. Acesso em: 11 dez. 2022.

SUN, H. Researches on Application Fields of 3D Printing Technology in Product Design and Production. In: **Proceedings of the 3rd International Conference on Arts, Design and Contemporary Education (ICADCE 2017)**. Atlantis Press, maio 2017. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.2991/icadce-17.2017.118>>. Acesso em: 10 dez. 2022.

WASEEM, K. KAZMI, H. A. QURESHI, O. H. Innovation in Education - Inclusion of 3D-Printing Technology in Modern Education System of Pakistan: Case from Pakistani Educational Institutes. **Journal of Education and Practice**, vol. 8, n. 1, 2017. Disponível em: <<https://goo.gl/vSkRje>>. Acesso em: 27 jun. 2021.

WHO. World Health Organization. **International Classification of Diseases 11th Revision - ICD-11**. The global standard for diagnostic health information. Fev. 2022. Disponível em: <<https://icd.who.int/en>>. Acesso em: 12 dez. 2022.

ZEISS. **A história dos óculos - De suas origens como “pedras de leitura” a acessórios de estilo de vida**. Disponível em: <<https://www.zeiss.com.br/vision-care/melhor-visao/compreendendo-a-visao/a-historia-dos-oculos.html#1>>. Acesso em: 04 jan. 2023.

ZEREZES. **Fine**. Disponível em: <<https://zerezes.com.br/products/fine-oculos-de-grau?variant=39642291863717>> . Acesso em: 03 jan. 2023.