

Criação e prototipagem de dispensador de dentifrícios para pessoas com deficiência visual

Ferrarini, C.F.^{1*}; Marins, P.C.²; Saltorato, P.³; Souza, P.L.⁴; Século, G.⁵; Cardoso, P.E.C.⁶

1 – Departamento de Engenharia de Produção, UFSCar, cleyton@ufscar.br

2 – Departamento de Engenharia de Produção, UFSCar, plinio@ufscar.br

3 – Departamento de Engenharia de Produção, UFSCar, saltorato@ufscar.br

4 – Universidade Federal de São Carlos, UFSCar, pedro.leite@estudante.ufscar.br

5 – Faculdade de Odontologia, USP, gabrielasecolo@usp.br

6 – Faculdade de Odontologia, USP, paulocapel@usp.br

* Correspondência: Rodovia João Leme dos Santos, km 110, Itinga, Sorocaba, SP, Brasil, 18.052-780.

DOI 10.52050/9788579177156-31

RESUMO

Os maiores problemas odontológicos enfrentados pelas pessoas com deficiência visual decorrem da dificuldade de remoção da placa bacteriana e a não identificação de sinais da cárie dentária em seus estágios iniciais, tornando-os mais suscetíveis ao avanço da cárie e da doença periodontal. Há dificuldade em posicionar a escova em relação ao tubo de dentifrício, em dosar e depositar quantidades adequadas de dentifrício sobre as cerdas das escovas. Assim, buscou-se o desenvolvimento de um protótipo cuja função principal é auxiliar no posicionamento relativo entre a escova e o tubo de dentifrício, na dosagem e deposição de dentifrício sobre as cerdas.

Palavras-chave: deficiência visual, higiene bucal, escovação.

ABSTRACT

A major issue concerning dental problems faced by people with visual impairments are the difficulty in removing plaque and not identifying signs of tooth decay in its early stages, making them more susceptible to the progression of tooth decay and periodontal disease. There is difficulty in positioning the toothbrush in relation to the toothpaste tube, and in dosing and depositing adequate amounts of toothpaste on the toothbrush bristles. Therefore, we sought to develop a prototype whose main

function is to assist in the relative positioning between the toothbrush and the toothpaste tube, and in dosing and depositing toothpaste on the bristles.

Keywords: *visual impairment, oral hygiene, brushing.*

1. INTRODUÇÃO

Os dados do censo (IBGE, 2022) apontam que no Brasil, a deficiência visual atinge 6.528.624 pessoas, sendo que 6 milhões possuem baixa visão e 528.624 são cegas. Apesar do censo 2022 se apresentar como a última fonte oficial sobre o tema, a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD, 2022) iniciada em 2022 estima que haja 18,6 milhões de pessoas deficientes de 2 anos ou mais no Brasil. Dentre esses, estima-se que o número de deficientes visuais tenha aumentado, apesar da compilação dos dados não apontar dados específicos sobre eles. Dentre as inúmeras dificuldades que esta população enfrenta, destaca-se aqui, àquela ligada à higienização bucal.

A escovação dentária adequada associada ao uso do fio dental são considerados os meios mais eficazes na prevenção das doenças bucais (CERICATO, 2007; CHIAPINOTTO; MELLER; SANTOS, 1998). Segundo Cericato (2007), as limitações funcionais das pessoas com deficiência visual levam à realização destas atividades de forma inadequada, resultando em prejuízos para sua saúde bucal.

Em sua revisão sistemática da literatura, Bonadiman et al. (2022) identificaram que os maiores problemas odontológicos dos deficientes visuais (DVs) decorrem da dificuldade de remoção da placa bacteriana e, consequente, a não identificação de sinais da cárie dentária em seus estágios iniciais, tornando-os mais suscetíveis ao avanço da cárie e da doença periodontal. Os pesquisadores identificaram ainda que os DVs apresentam dificuldades na detecção e reconhecimento precoce de: (i) doenças bucais; (ii) visualização da placa bacteriana; (iii) percepção da descoloração dentária; (iv) formação de cavidade e sangramento ao realizar a escovação, resultando em uma condição de saúde bucal insatisfatória com diferentes níveis de doenças periodontais devido à uma higiene oral inadequada (BONADIMAN et al., 2022).

A manutenção de uma higiene oral adequada está estreita e diretamente associada a uma boa escovação, processo que pode ser experimentado com extrema dificuldade pelos DVs. Em tempo, corroborando com a problematização acima, os presentes pesquisadores, em visitas a instituições que cuidam de DVs identificaram que muitas vezes, a deposição de pasta dental por DVs, é realizada depositando uma dose exagerada de creme dental, primeiramente sobre o dedo indicador e, posteriormente, transferindo-o para as cerdas da escova.

Considerando ainda que os aportes químico e abrasivo envolvendo o dentífrico desempenha um papel essencial na prevenção da cárie (pela presença de fluoreto) e na prevenção de doenças periodontais (pela remoção da placa), mas que existe uma dosagem diária adequada, esta pesquisa visa explorar o emprego da tecnologia assistiva como forma de auxiliar o processo de higienização bucal de pessoas com deficiência visual. Para tanto, buscou-se o desenvolvimento de protótipos cuja função principal é auxiliar pessoas com deficiência visual no posicionamento relativo entre a escova e o reservatório de dentífrico e na dosagem adequada a ser depositada sobre as cerdas da escova.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O dispensador de dentífrico foi desenvolvido junto aos laboratórios para projeção, fabricação digital e mecânica da Universidade Federal de São Carlos em Sorocaba e da Universidade de São Paulo onde equipes formadas por engenheiros e odontólogos dessas universidades elaboraram sucessivas versões do dispositivo a serem testadas pelas instituições de assistência a pessoas com deficiência visual parceiras, dentre elas; O Lar das Moças Cegas (Santos) e a Associação Sorocabana de Atividades para Deficientes Visuais (ASAC/Sorocaba).

O planejamento para a produção do dispositivo foi dividido e organizado em seis etapas, sendo esta organização, uma adaptação do modelo proposto por Baxter (BAXTER, 2000).

A primeira fase, o projeto informacional, teve como objetivo a elaboração de especificações do projeto, ou seja, classificar os requisitos de projeto e estipular valores-metas a serem atingidos (CORAL, OGLIARI E ABREU, 2013). Nesta fase realizou-se a identificação da atividade de escovação de dentes através de entrevistas não-estruturadas com três participantes da pesquisa que possuem deficiência visual. Paralelamente foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre higienização bucal de pessoas com deficiência visual, além de pesquisas na internet visando à identificação de produtos similares, cujas informações foram discutidas junto aos projetistas.

As análises dos dados obtidos nessa etapa informacional permitiram que as necessidades dos participantes da pesquisa fossem transformadas em requisitos de projeto. Foram estabelecidos valores e parâmetros para estes requisitos e definidas as especificações para os componentes e sistemas para compor alternativas projetuais. As especificações obtidas ao final desta etapa constituem a base para a execução do projeto conceitual do produto.

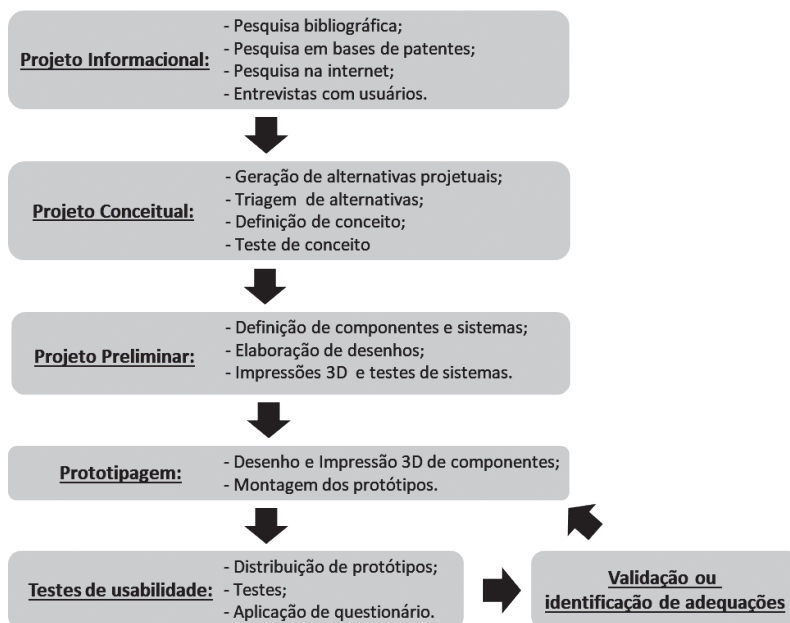
Tendo em mãos os resultados da etapa informacional, iniciou-se a etapa do projeto conceitual, através de discussões para criação, representação e seleção de alternativas para resolução do “problema de projeto”. A busca por alternativas

projetuais passou pela análise dos resultados das pesquisas de produtos com funcionalidades similares e também por discussões baseadas em experiências dos projetistas. Após analisar as alternativas propostas pelos projetistas, foram escolhidos dois conceitos de dispositivo.

Definidos os componentes de cada conceito foi iniciado o projeto preliminar com a elaboração de desenhos utilizando software CAD, seguida pela fabricação dos mesmos através de impressão 3D com uso de equipamentos de tecnologia de deposição de material fundido, utilizando filamentos de Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS) ou Ácido Polilático (PLA). Após a montagem dos primeiros protótipos foram realizados testes em laboratório para a verificação de funcionalidade dos mecanismos para deposição de dentifrício e para mensuração das quantidades de dentifrício depositadas. Aprimoramentos dos componentes foram necessários e novos desenhos e impressões foram efetuados até que os dispositivos ficaram aptos aos testes de usabilidade. Atualmente, apesar dos testes estarem sendo realizados pelos projetistas, a equipe conta com um pesquisador com deficiência visual, primordial para as adequações dos protótipos.

Na Figura 1 abaixo, são apresentadas as etapas do método proposto e os principais procedimentos a serem realizados.

Figura 1 - Fluxograma do processo de prototipagem



Fonte: Autores (2024)

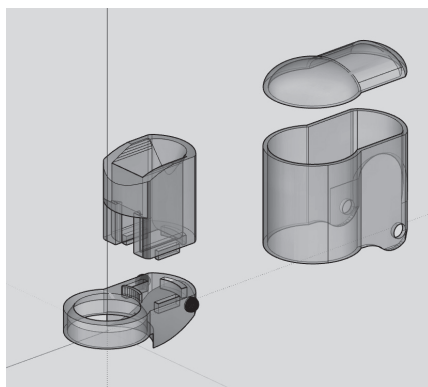
3. RESULTADOS

Após a etapa informacional do projeto, a equipe de projetistas definiu dois conceitos de dispositivos a serem desenvolvidos paralelamente. O primeiro baseado na adaptação de frascos para cosméticos com válvula do tipo *pump* para vácuo e o segundo baseado em mecanismo para enrolamento de tubo de dentifrício.

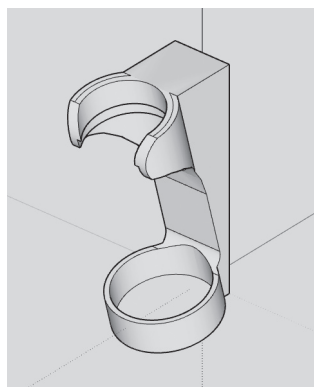
Para iniciar a modelagem de componentes para adaptação de frascos de cosméticos, foram adquiridos frascos com capacidade volumétrica de 30 ml e destinados a cosméticos viscosos como cremes para tratamentos de pele. Optou-se por um modelo de baixo custo e vendido de forma on-line de tal forma que facilitar a reprodução e distribuição do protótipo e a aquisição por futuros usuários.

A partir das medidas da válvula *pump* do frasco e baseando-se numa morfologia para ajuste com interferência na mesma, criaram-se os modelos apresentados na Figura 2 com o uso de software CAD.

Figura 2 - Modelos 3D dos componentes para adaptação do frasco tipo *pump*



a) Anel, corpo tubular e tampa para adaptação do frasco tipo *pump*



b) suporte de parede para o frasco

A configuração da adaptação contém um anel com formas e medidas para que possa ser encaixado manualmente sobre a base da válvula *pump*. Este anel possui três rasgos para o encaixe de um corpo tubular que terá a função de acomodar a cabeça da escova de dente de tal forma posicioná-la adequadamente para que receba a dose de dentifrício oriunda da válvula *pump*. Este corpo também possui um rasgo longitudinal para permitir o movimento do bico da válvula durante seu acionamento, duas semiesferas dispostas na mesma direção porém em posições espelhadas para cumprirem uma função de eixo de rotação

para a tampa. Esta última foi criada para manter o isolamento entre o tubo e o ambiente, além de possibilitar a portabilidade do frasco adaptado. Visando atender ao uso em ambiente doméstico foi criado um modelo para apoio do frasco adaptado na parede de banheiros.

Os arquivos resultantes da modelagem 3D foram exportados como arquivos do tipo STL e, posteriormente, as configurações para impressão 3D foram definidas em software de fatiamento com acesso livre. A impressora utilizada para a produção dos componentes foi a modelo Ender3 S1 da empresa Creality, enquanto que o material para o filamento foi o PLA.

Testes de montagem e de usabilidade em laboratório foram realizados intercaladamente com novas modelagens e impressões 3D para ajustes de medidas e de formas dos componentes até se obter o protótipo funcional apresentado na Figura 3.

Figura 3 - Frasco adaptado com componentes produzidos por impressão 3D.



Foram produzidos dois protótipos que foram testados por dois projetistas da equipe, sendo um normovisão e outro com deficiência visual. Quanto à montagem dos componentes impressos sobre a válvula do frasco, ambos concordaram que se trata de uma atividade que não envolveria dificuldades após o usuário ser orientado sobre as características dos componentes e a sequência de montagem.

Quanto à transferência do volume de dentifrício contido no tubo para o frasco pump, apesar da abertura do frasco ser relativamente maior que o bico do tubo, foi mencionada como sendo uma tarefa um pouco difícil, o que levou

à criação e à produção de um bico de transferência para ser roscado no tubo e encaixado no frasco pump.

Já quanto à tarefa de inserção da cabeça da escova no dispositivo, o pesquisador com deficiência visual enfatizou a facilidade desta inserção e a confiabilidade obtida quanto ao posicionamento para deposição de dentifrício sobre as cerdas.

No decorrer dos testes, foi observada a irregularidade na quantidade depositada pelo acionamento da válvula pump, principalmente quando o volume de dentifrício era pequeno no frasco. Assim, foram adquiridos e testados outros cinco modelos de frascos pump, sendo quatro modelos com sistema de sucção com tubo pescador e outro com sistema de vácuo.

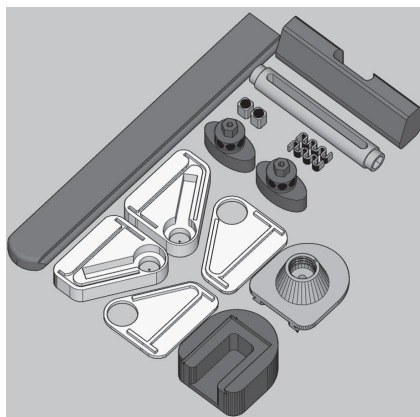
Com relação à forma e tamanho da adaptação do frasco, estes foram considerados adequados e fundamentais para a portabilidade do frasco em bolsas e mochilas para que fosse usado fora do domicílio. Da mesma forma, o suporte de parede para permitir o encaixe do frasco e seu posicionamento fixo na parede do banheiro do domicílio se mostrou eficaz.

Durante os testes, um incidente de queda do frasco adaptado evidenciou a fragilidade da tampa e acarretou uma nova modelagem da mesma e do eixo que permite o seu movimento basculante.

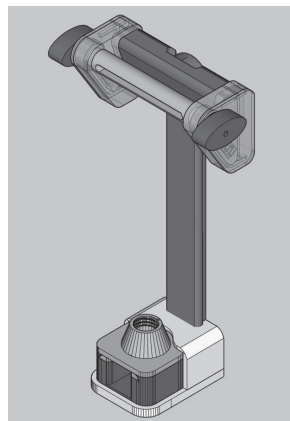
O segundo conceito, baseado em um sistema mecânico para enrolamento do tubo de dentifrício, foi materializado através de impressão 3D de seus componentes para montagem de dois protótipos destinados aos testes pelos dois pesquisadores citados anteriormente.

Cada protótipo da Figura 4 abaixo é constituído por quinze componentes, sendo eles: um eixo enrolador, dois manipuladores, duas carcaças de catracas com tampas, duas molas, dois pinos, um espaçador de catracas, uma haste guia de parede; uma tampa e um alojamento com tampa deslizante para a cabeça da escova e um suporte de parede para o alojamento.

Figura 4 - Modelos 3D de componentes e do protótipo com catraca



a) modelos 3D dos componentes do protótipo com catraca



b) modelo 3D do protótipo com catraca

O princípio de funcionamento consiste no usuário girar um dos manipuladores, seja esquerdo ou direito, para promover o enrolamento do tubo vinculado ao eixo enrolador através de um rasgo longitudinal no mesmo. O deslocamento angular é determinado por um sistema de catraca no qual um pino com ponteira na forma de semiesfera é pressionado por uma mola sobre a superfície do manipulador que apresenta calotas semiesféricas. A cada passo rotativo no manipulador, uma dose de dentifrício é transferida através de um orifício do alojamento onde o tubo está roscado. Conectado a este suporte é também fixado à parede através de fita dupla-face, tem-se uma haste que funciona como guia para o sistema de catraca. Assim, simultaneamente ao enrolamento do tubo, ocorre a translação deste sistema. O alojamento ainda possui um apoio na forma de “V” para apoiar a escova em posição suspensa quando esta não estiver sendo usada.

Como no caso do outro modelo, dois protótipos foram testados pelos dois pesquisadores. Algumas ocorrências levaram a modificações de formas e tamanhos de componentes.

A primeira alteração foi na posição do tubo de dentifrício, pois foi observado que ocorria fluxo de dentifrício devido à gravidade quando este não estava sendo enrolado, ou seja, durante os períodos entre as escovações. Assim, optou-se por inverter a posição com relação a configuração inicial do dispositivo em que o tubo seria apoiado na vertical com o bico para cima.

Com relação ao alojamento da cabeça da escova, necessitou-se redimensionar as guias deslizantes do corpo e da tampa para facilitar a abertura e a higienização do mesmo. Também foram criados dois cilindros laterais para funcionarem como eixos quando apoiados no suporte fixado à parede e, assim,

permitirem a rotação do alojamento de forma adaptar-se à inclinação do tubo durante o enrolamento.

Inicialmente, buscou-se criar um dispositivo constituído apenas por componentes produzidos por impressão 3D. Porém, ao decorrer dos testes notou-se que a mola produzida em ABS apresentava perda de elasticidade e deformações plásticas, o que levou a substituição por pequenas molas de aço disponíveis para aquisição pela internet.

A ocorrência mais preocupante durante os testes foi a fratura do eixo enrolador. Procurou-se aumentar a porcentagem de preenchimento do modelo de 70% para 100% nas configurações do fatiador para produzir por impressão 3D um componente em ABS mais resistente à torção. Esta mudança de parâmetro de impressão não surtiu o resultado almejado, uma vez que o eixo voltou a fraturar durante o uso. Assim, o diâmetro do eixo enrolador do protótipo (figura 5) foi aumentado em 20%, o que se mostrou satisfatório para a continuidade dos testes.

Figura 5 - Protótipo com catraca montado.



4. DISCUSSÃO

Várias etapas de modelagem e impressão 3D foram necessárias para que os dois modelos de protótipos se tornassem funcionais e duas características de ambos foram identificadas como primordiais para auxiliar na deposição de dentifrício: o alojamento para a cabeça da escova de dente e a possibilidade de fixação no banheiro de uso pessoal. A importância do alojamento se deve ao

fato de que este determina fisicamente para o usuário a posição relativa entre a cabeça da escova e o bico do tubo de dentifrício. Já a fixação do suporte para o frasco pump ou do próprio dispositivo com sistema de catraca fornece a referência posicional de onde está o protótipo no banheiro, evitando a procura pelo tubo de dentifrício, o que ocorre corriqueiramente quando o banheiro não é de uso exclusivo.

Dentre as qualidades específicas do primeiro protótipo concebido como uma adaptação para frascos com válvula do tipo pump, tem-se, além da portabilidade, a facilidade de pega e de deposição do dentifrício através da compressão da válvula com o dedo polegar após o encaixe da cabeça da escova no alojamento. A tampa basculante do dispositivo contribui para a portabilidade e higiene do mesmo na medida que isola a válvula do ambiente e de objetos que possam estar contidos em bolsas, malas ou mochilas.

Quanto às limitações identificadas neste protótipo, destacam-se a dificuldade em acessar a cavidade do alojamento da cabeça de escova para efetiva higienização, a irregularidade de taxa mássica de deposição do dentifrício e a baixa vida útil da válvula. Espera-se superar a primeira limitação, remodelando o alojamento através de sua divisão em dois componentes que possam ser encaixados para montagem e uso e desencaixados para higienização, assim como foi projetado o alojamento do modelo com catraca.

Já as outras duas limitações se referem à qualidade das válvulas dos frascos disponibilizados no mercado. Para superá-las, o grupo de projetistas buscará adquirir novos modelos para testes e realizar contatos com fabricantes de frascos tipo pump para obter informações sobre tipologia e qualidade das válvulas. Paralelamente a estas atividades, iniciaram-se etapas laboratoriais para determinação de viscosidades de dentifrícios nacionais, com intuito de identificar se há uma faixa de viscosidade mais adequada para o uso dos frascos pump encontrados no mercado.

Os testes de usabilidade dos protótipos com sistema de catraca, após a troca da mola produzida em ABS pela mola de aço e o redimensionamento do eixo enrolador, demonstraram que o mecanismo da catraca funciona como um elemento definidor de deslocamento angular para o enrolamento do tubo de dentifrício. Porém, o enrolamento do tubo sobre si ocasiona um aumento crescente do raio efetivo de enrolamento e, conseqüentemente, o progressivo aumento da taxa mássica de dentifrício depositada sobre as cerdas da escova de dente. Para solucionar esse problema, foi projetado um novo modelo cuja configuração baseia-se na laminação do tubo de dentifrício ao invés de seu enrolamento. Para tanto, concebeu-se um carro laminador com três engrenagens de dentes retos e larguras relativamente grandes quando comparadas aos seus

raios. Duas dessas engrenagens servirão de laminador do tubo enquanto a terceira promoverá a translação do carro através do engrenamento com duas cremalheiras dispostas vertical e paralelamente na parede.

A próxima etapa de testes será realizada com amostra mínima de sete pessoas com deficiência visual que são assistidas pelas instituições parceiras da pesquisa, o Lar das Moças Cegas (Santos) e a Associação Sorocabana de Atividades para Deficientes Visuais (Sorocaba). Buscar-se-á identificar através de questionário: a) a percepção dos participantes da pesquisa quanto ao grau de dificuldade para montar o dispositivo, para colocar o tubo de pasta no dispositivo e quanto à eficácia em depositar a pasta sobre as cerdas da escova; b) a adequação das características do dispositivo, dentre elas, suas dimensões, peso, cores, formas e resistência mecânica dos componentes; c) satisfação com performance do dispositivo.

Após a análise das respostas dadas pelos participantes da pesquisa, serão realizadas discussões e adequações dos protótipos visando novos testes de usabilidade com os participantes que se prontificarem a dar continuidade à pesquisa. Espera-se que com os novos testes possam se considerar validado o protótipo e se dê início a elaboração do memorial descritivo contendo informações sobre conceito, materiais e processos empregados para desenvolvimento do dispositivo.

5. CONCLUSÕES

Considerando os resultados dos testes dos protótipos durante a rotina de dois pesquisadores, pode-se dizer que ambos cumpriram a função principal de auxiliar na tarefa de depositar dentifrício nas cerdas das escovas de dente. Este fato, indica que a impressão 3D é um processo alternativo para a produção de um dispositivo de Tecnologia Assistiva para higiene bucal de pessoas com deficiência visual. Ressalta-se, porém, que o projeto do dispositivo continua em desenvolvimento, pois algumas melhorias ainda se fazem necessárias, principalmente, quanto à eficácia da válvula pump e o ajuste de elementos mecânicos dos protótipos para que a dosagem de dentifrício siga as orientações odontológicas. Após esta realização desta etapa de aprimoramentos, buscar-se-á a validação do(s) protótipo(s) com uma amostra estatisticamente significativa de usuários com deficiência visual nas instituições parceiras. Desta forma, o dispositivo poderá ser replicado e distribuído, assim como os arquivos digitais de seus componentes serem disponibilizados para acesso e uso público.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem às instituições: Universidade de São Paulo; Pró-reitoria de Pesquisa e Inovação da USP; Universidade Federal de São Carlos; Lar das Moças Cegas (Santos); Fundação Dorina Nowill; Associação Sorocabana de Atividades para Deficientes Visuais.

REFERÊNCIAS

BAXTER, M. *Projeto de Produto. Guia prático para o design de novos produtos*, 2.ed. São Paulo: Editora Edgar Blücher, 2000.

BONADIMAN, A. E. et al. Condição e práticas de saúde bucal do deficiente visual. *Revista Saúde. Com*, v. 18, n. 2, p. 2662-2674, 2022.

CERICATO, G. Educação em saúde bucal em portadores de necessidades especiais: um estudo de caso em deficientes visuais. Florianópolis, *Dissertação de mestrado (Programa de Pós-Graduação em Odontologia)*. UFSC, 2007.

CHIAPINOTTO, G. A.; MELLER, D.; SANTOS, F. B. Meios mecânicos de limpeza dos dentes. *Revista Gaúcha de Odontologia*, Porto Alegre, v. 43, n. 3, p. 142-144, 1998.

CORAL, E.; OGLIARI, A.; ABREU, A. F. de. *Gestão Integrada da Inovação: Estratégia, Organização e Desenvolvimento de Produtos*. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2013.

IBGE. *Censo demográfico 2022: população e domicílios*. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. (Primeira divulgação: outubro 2022; segunda divulgação: março 2025).

PNAD. *Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua: educação 2022*. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Publicação corrigida em 10 jan. 2024.