

Carlos Alexandre Alves

**DESIGN E TECNOLOGIA ASSISTIVA: DESENVOLVIMENTO
DE PRÓTESE NÃO ARTICULADA PARA TOCAR VIOLÃO**

Projeto de Conclusão de Curso
submetido(a) ao Curso de Design da
Universidade Federal de Santa
Catarina para a obtenção do Grau de
Bacharel em Design.

Orientador: Prof. Eugenio Andrés
Díaz Merino, Dr.

Florianópolis

2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Alves, Carlos Alexandre
DESIGN E TECNOLOGIA ASSISTIVA: :
DESENVOLVIMENTO DE PRÓTESE NÃO ARTICULADA PARA TOCAR
VIOLÃO / Carlos Alexandre Alves ; orientador,
Eugenio Andrés Díaz Merino, 2019.
127 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de
Comunicação e Expressão, Graduação em Design,
Florianópolis, 2019.

Inclui referências.

1. Design. 2. Design de produto. 3. Tecnologia
Assistiva. 4. Prótese de mão. 5. Prótese para Música.
I. Andrés Díaz Merino, Eugenio. II. Universidade
Federal de Santa Catarina. Graduação em Design. III.
Titulo.

Carlos Alexandre Alves

**DESIGN E TECNOLOGIA ASSISTIVA: DESENVOLVIMENTO
DE PRÓTESE NÃO ARTICULADA PARA TOCAR VIOLÃO**

Este Projeto de Conclusão de Curso (PCC) foi julgado adequado para obtenção do Título de Bacharel em Design e aprovado em sua forma final pelo Curso de Design da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 11 de julho de 2019.

Prof.^a Marília Matos Gonçalves, Dra. Coordenadora do Curso de Design UFSC

Banca Examinadora:

Prof. Orientador Eugenio Andrés Díaz Merino, Dr. - Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Eliete Auxiliadora Assumpção Ourives, Dra. - Universidade Federal de Santa Catarina

Me. César Nunes Giracca, Eng. Biomédico - Universidade Federal de Santa Catarina



Professor/a Orientador/a
Universidade Federal de Santa Catarina

Este trabalho é dedicado aos meus avós que com todo amor e irrestrita dedicação me criaram e passaram seus lindos valores, aos meus queridos professores e aos amigos que me apoiaram nessa empreitada maluca aos 40 anos de idade. Muito obrigado.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Ao Curso de Design e à sua coordenação, representados na minha época, pelos professores Dr. Luciano Castro e Dra. Marília Mattos, que além de incríveis professores se mostraram grandes amigos e apoiadores.

A Fundação de Amparo à Pesquisa e Extensão Universitária - FAPEU, que disponibilizou um auxílio financeiro através de bolsa de pesquisa e extensão.

Meu estimado muito obrigado ao professor Eugenio Merino, pela oportunidade de ser seu orientando, por suas valiosas orientações, pelas palavras de apoio e por acreditar que apesar de todas dificuldades dos últimos meses, eu conseguiria.

Aos queridos professores e amigos do curso de Design, que sempre abriram suas portas e o seu sorriso nestes 5 anos de faculdades e tiveram toda paciência do mundo comigo, meu estimado muito obrigado.

Aos laboratórios por onde passei como bolsista e aos que disponibilizaram seu espaço para o desenvolvimento dos projetos durante a graduação: Laboratório de Orientação da Gênese Organizacional – LOGO coordenado pelo prof. Luis Salomão, ao Núcleo de Gestão de Design – NGD e Laboratório de Design e Usabilidade – LDU coordenados pelo Prof. Eugenio Merino e ao Núcleo de Abordagem Sistêmica - NAS coordenado pelo Prof. Luiz Fernando Figueiredo.

A colega e bolsista Camila Faccio do NGD/LDU pela ajuda e suporte com os detalhes técnicos para a impressão das peças na impressora 3D.

Ao amigo Ivo Henrique Ramos pela amizade e suporte da moradia durante todos estes anos. Sem isso não teria completado essa missão.

Um agradecimento especial aos meus avós maternos (in memoriam), Manoela e Orlando, que investiram tudo que dispunham na minha criação e dos meus irmãos e sem medir esforços, me ensinaram os valores que tenho e a seguir o meu coração.

Aos amigos que acreditaram nessa empreitada maluca que foi fazer uma graduação quase aos 40 anos e me apoiaram, hora financeiramente, hora com seu sorriso e palavras de apoio e esperança. Me guardem.

Finalmente, agradeço a Deus pelo dom da vida e pela percepção de que não sou melhor que nenhum outro ser existente e sim, sou uma minúscula parte de algo muito maior. Muito obrigado.

RESUMO

A execução de um instrumento de corda é possível normalmente através do toque das mãos sobre as cordas – uma mão que dita o ritmo e outra que faz a melodia - gerando vibrações, sons e ritmos que geram bem-estar para quem o toca e aos que estão ao redor. Os usuários a serem alcançados com esse projeto são pessoas com alguma deficiência congênita em uma das mãos ou principalmente, quem sofreu mutilação ou amputação em uma das mãos na altura do punho. Este projeto teve como objetivo desenvolver uma prótese de membro superior que pudesse ser usada para segurar uma palheta para se tocar um instrumento de corda, no caso específico deste projeto, um violão. Por meio da metodologia GODP (Guia de Orientação para o Desenvolvimento de Projetos) na primeira etapa identificou-se a oportunidade de projeto através do contato com uma deficiente física, suas limitações e a sua incapacidade de poder tocar um violão. Em seguida, fez-se uma pesquisa sobre o tema e a relevância de tal produto para a sociedade, além de levantamento de dados baseados em sites especializados, artigos científicos e pessoas da área da saúde. Assim, foi possível obter informações e entender um pouco mais sobre a realidade, necessidades e expectativas deste tipo de usuário no seu dia-a-dia, observando os temas usabilidade, ergonomia, antropometria e biomecânica. Como não havia tal produto específico no mercado, se obteve informações sobre próteses de mão de uma forma geral, sua estrutura e funcionamento, além de características históricas e avanços tecnológicos nesta área. As informações foram, então, organizadas por meio de painéis semânticos referentes ao usuário, produto e contexto de uso. A partir de todos os dados levantados, geraram-se os requisitos de projeto, que foram a base para a geração de alternativas e para a escolha da que mais se adequava ao projeto. Após a criação dos protótipos e a definição da alternativa final, iniciou-se sua modelagem em um programa CAD 3D e sua materialização por meio de uma impressora 3D. Por fim, a ideia deste projeto gerou um produto novo, extremamente simples e acessível que vai de encontro a esta necessidade específica do usuário que deseja se dedicar ao estudo de um instrumento de corda e aproveitar de todos os benefícios que a música traz. Apenas um primeiro passo para que outros designers atentem a estas demandas e deem sequência aos estudos nesta área.

Palavras-chave: Design de produto; Tecnologia assistiva; Prótese de membro superior; Música; Violão; Projeto Centrado no Usuário.

ABSTRACT

The touch of the hands on the strings generate the sound of the string instrument - one hand creating the rhythm and the other creating the melody. They generate vibrations, sounds and rhythms that may cause feelings of well-being to the individual who plays the instrument and those around him. The users focused on this project are people with congenital disability in one hand and especially people who suffered mutilation or amputation in one hand at the height of the wrist. This project aimed to develop a limb prosthesis that could be used to hold a reed to play a string instrument. Through the GODP (Project Development Guidance Guide) methodology, the first stage identified the project opportunity through the contact with a physically handicapped person and his limitations and frustration for not being able to play a guitar. Then, the subject was researched and the relevance of such a product to society was assessed. The data collection focused specialized websites, scientific articles and health personnel. Thus the information obtained made it possible to understand a little more about the reality, needs and expectations of this type of user in their daily life, taking into account usability, ergonomics, anthropometry and biomechanics. As there was no such specific product in the market, information on hand prostheses in general, their structure and functioning, as well as historical characteristics and technological advances in this area were obtained. The information was then laid out into semantic panels referring to the user, product and context of use. The design requirements were generated from all the data collected, which were the basis for the creation of alternatives and the selection of the best suited for the project. After the creation of the prototypes and the definition of the final alternative, the modeling in a 3D CAD program and its materialization through a 3D printer began. Finally, the idea of this project has generated a new product that is extremely simple and accessible. It addresses this specific user needs, since he wishes to practice a string instrument and enjoy all the benefits music brings. This is just a first step suggesting researches by other designers wanting to address these needs in follow up studies in this area.

Keywords: Product design; Assistive technology; Upper limb prosthesis; Music; Guitar; User-Centered Design.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: População residente por tipo e severidade de deficiência (milhões de habitantes)	29
Figura 02: Jovem amputado na altura do pulso	30
Figura 03: Criança com agenesia	31
Figura 04: Metodologia GODP	32
Figura 05: Momento Inspiração da Metodologia GODP	34
Figura 06: Descrição da Etapa Oportunidades	34
Figura 07: Diagrama da oportunidade	36
Figura 08: Etapa Prospecção.	37
Figura 09: Blocos de referência.....	37
Figura 10: Descrição da etapa de levantamento de dados	40
Figura 11: Bloco de referência do produto.....	35
Figura 11: Bloco de referência do produto.....	40
Figura 12: Classificação das próteses para MMSS	42
Figura 13 — Prótese passiva-estética para amputação parcial de mão.....	43
Figura 14 — Ganchos de Próteses mecânicas acionados por cabos..	44
Figura 15 — Prótese mecânica- fixação.....	44
Figura 16 — Prótese Mioelétrica.	45
Figura 17: Mão Biônica – BeBionic	46
Figura 18: Inglesa Nicky Ashwell, de 29 anos e sua prótese de u\$ 45.000,00.	47
Figura 19: Jovem segura bola com mão biônica	47
Figura 20: 1942: Prótese produzida para vítimas de guerra com plugins.	48
Figura 21: Prótese feita com tecnologia 3D para menina de 9 anos / Letícia Alcará	49
Figura 22: Prótese produzida por uma 3D Printer.....	49
Figura 23: Tipos de impressão 3D.....	50
Figura 24 : Dispositivos caseiros feitos pelos próprios usuários.....	51
Figura 25: Dispositivos caseiros feitos por profissionais de outras áreas.....	51
Figura 26: Dispositivo customizado feito por designer.	52
Figura 27: Músico utiliza Prótese mecânica com gancho/pinça que segura a palheta.	53

Figura 28: Bloco do Usuário.	54
Figura 29: Percentual de pessoas com pelo menos uma das deficiências investigadas na população residente, segundo os grupos de idade – Brasil – 2010.	54
Figura 30: Níveis de amputação de amputação de membro superior	55
Figura 31: Músicos que são deficientes físicos e tocam violão.....	56
Figura 32: Posturas corretas ao se empunhar um violão	57
Figura 33: Possível postura com o banquinho na perna esquerda....	58
Figura 34: Os dois tipos básicos de manejo.	59
Figura 35: Descrição - Manejo fino e manejo grosso.....	59
Figura 36: Pinça por oposição subterminal ou polpa-polpa (fig. 1). A pinça por oposição subtérmino-terminal ou polpa-lateral (fig.2).	61
Figura 37: Bloco Contexto de Uso.	61
Figura 38: Estudante de violão com prótese caseira feita pelo seu professor.	62
Figura 39: Músico profissional usa prótese mecânica para fixar palheta e tocar violão.	62
Figura 40: Estudante de violão com prótese caseira de PVC e moldada no fogoão.63	
Figura 41: Músico de rua com sua “prótese de garrafa plástica”.63	
Figura 42: Músico amador improvisa prótese com fita colante e plástico.	64
Figura 43: Estudante de música com sua prótese criada por dois designers chilenos.	64
Figura 44: Momento Ideação da Metodologia GODP.65	
Figura 45: Etapa Organização e Análise de dados.	66
Figura 46: Mapa mental após observação dos casos encontrados e do tipo de solução para cada usuário observado	66
Figura 47: Mapa mental dos tipos de objetos e próteses usados pelos usuários amputados ou congênitos que tocam violão.	67
Figura 48: Painel Semântico do Produto.	68
Figura 49: Painel Semântico do Usuário.	69
Figura 50: Painel Semântico do Contexto.....	70
Figura 51: Etapa de Criação.	72
Figura 52: Organização das informações – Brainstorm	72
Figura 53: Momento 1 – primeiros estudos e preocupação com a função.....	75

Figura 54: Momento 1 – Um modelo já pensando no alcance e na fixação da palheta.....	76
Figura 55: Momento 1 – Um modelo com a possibilidade de se variar a distância do extensor através da profundidade de bolsos em um velcro que irá no antebraço	76
Figura 56: Momento 2 – estudos com objetivo de desenhar uma peça mais orgânica.	77
Figura 57: Esquema de um possível movimento do braço extensor da prótese	77
Figura 58: Observação no ponto de tensão em dos modelos desenhados.	78
Figura 59: Sketch digital 1.	78
Figura 60: Sketch digital 2.	79
Figura 61: Sketch digital 3.	79
Figura 62: Momento Implementação da Metodologia GODP	80
Figura 63: Etapa de Execução.	80
Figura 64: Levantamento de distâncias referentes a palheta	81
Figura 65: Tabela de valores de referência das medidas para as mãos de homens e mulheres.	82
Figura 66: Gabarito com as relações de distância entre a palheta e o violão.....	83
Figura 67: Protótipo do primeiro modelo da prótese baseado nos sketches.	84
Figura 68: Funcionamento do sistema para fixação da palheta.	84
Figura 69: Sistema para fixação da palheta através de uma pinça horizontal.	85
Figura 70: Evolução do primeiro modelo e da ponteira de fixação da palheta.	86
Figura 71: A evolução do primeiro modelo.....	86
Figura 72: Início dos testes em PVC para novos formatos dos braceletes.....	87
Figura 73: Início dos testes em PVC para novos formatos dos braceletes.....	88
Figura 74: Alternativa final escolhida para ser materializada.	89
Figura 75: Prótese para tocar violão LEVE.....	90
Figura 76: Outras vistas da prótese LEVE.	91
Figura 77: Fixador para palheta da prótese LEVE.	92
Figura 78: Bracete da prótese LEVE.....	92
Figura 79: Peças para impressões finais 3D.....	93

Figura 80: Teste de ergonomia sem fixação.	94
Figura 81: Teste de ergonomia com fixação da prótese por elástico e velcro.....	94
Figura 82: Ergonomia física do extensor.....	95
Figura 83: Ergonomia e fixação do bracelete ao coto através de elástico e velcro.....	95
Figura 84: Fixador da palheta impresso separadamente para teste de função.....	96
Figura 85: Vista explodida LEVE.	97
Figura 86: Peças para impressões finais 3D	98
Figura 87: Dimensões principais LEVE.....	98
Figura 88 : Primeiras modelagens.	102
Figura 89: Primeiras impressões 3D.	103
Figura 90: Modelagem do modelo final.	103
Figura 91: Peças para impressões finais 3D.....	104
Figura 92: Peças unidas e coladas com resina epóxi.....	104
Figura 93: Material para finalização do protótipo – tinta spray esmalte, primer cinza, massa golflex, EVA, cola cian....	105
Figura 94: Peça impressa com aplicação de fundo primer cinza claro.	105
Figura 95: Montagem final pintada	106

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Os Sete Princípios do Design Universal.....	24
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

GODP – Guia de Orientação para o Desenvolvimento de Projetos
ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INPI – Instituto Nacional de Propriedade Industrial
CAT - Comitê de Ajudas Técnicas
CORDE - Coordenadoria Nacional para Integração da Pessoa Portadora de Deficiência
PCC – Projeto de Conclusão de Curso
TA – Tecnologia Assistiva
STL – Stereolithography
VRML – Virtual Reality Modeling Language
AMF – Additive Manufacturing File Format
NGD – Núcleo de Gestão de Design
LDU – Laboratório de Design e Usabilidade
ANVISA – Agencia Nacional de Vigilância Sanitária
AFLODEF – Associação Florianopolitana de Deficientes Físicos
AVDs – Atividades da Vida Diária
HCD – *Human-Centered Design*
LRE - *Least restrictive environment*
CAST - *Center for Applied Special Technology*

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	21
2	METODOLOGIA PROJETUAL	31
3	DESENVOLVIMENTO DO PROJETO	33
3.1	Momento Inspiração (Etapas -1, 0 e 1).....	33
3.2	Momento Ideação (Etapas 2 e 3)	65
3.3	Momento Implementação (Etapas 4, 5 e 6)	80
4	MEMORIAL DESCRITIVO	90
5	CONCLUSÃO	107
	REFERÊNCIAS	109
	APÊNDICE A – Análise Diacrônica	113
	APÊNDICE B – Desenhos técnicos	115
	ANEXO A – Patentes	119

1. INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

Esta pesquisa se propõe analisar a limitação de uma função de uma pessoa com deficiência física e materializar uma solução na área do design de produto, com foco no Design Universal e na Tecnologia Assistiva, usando a prototipagem rápida para isso (impressão 3D).

Não obstante disso, a intenção também é dar mais notoriedade ao tema no âmbito acadêmico e social já que é um assunto que interessa não só aos colegas da academia, mas também profissionais da área da saúde, terapeutas ocupacionais, designers de produto e a própria sociedade revelando ainda o papel fundamental do designer na construção de soluções para uma sociedade mais igualitária e acessível.

Design Universal, ou Design Total ou Design Inclusivo, que significa "design que inclui" e "design para todos", é um enfoque no design de produtos, serviços e ambientes a fim de que sejam usáveis pelo maior número de pessoas possível independente de idade, habilidade ou situação. O próprio uso da prototipagem rápida é fator primordial para que este projeto poder alcançar um maior numero de pessoas, fazendo do processo algo escalável e compartilhável, tornando este um projeto de TA. Através da Tecnologia Assistiva - uma gama de métodos, serviços, ferramentas e conhecimentos aplicados na criação de novos produtos - tem-se criado, gerado e materializado soluções para diferentes campos de atuação como saúde, trabalho, esporte e lazer. Sua notoriedade tem atingido a compreensão e beneficiado um crescente número de pessoas no Brasil e no mundo.

Atualmente o Curso de Design da Universidade Federal de Santa Catarina conta com dois laboratórios da área de Tecnologia Assistiva e Design universal - O Núcleo de Gestão de Design – NGD e Laboratório de Design e Usabilidade – LDU. Estes dois laboratórios são compostos por uma equipe multidisciplinar – designers, terapeutas, fisioterapeutas, biomédicos, engenheiros, etc. que trabalham em projetos individuais e também em projetos coletivos. Lançando mão de tecnologias de ponta como eye-tracker, termografia infravermelha, impressoras 3D, captura de movimentos entre outras, estes laboratórios tem desenvolvido muitos projetos e soluções na área de Tecnologia Assistiva.

Além das soluções geradas para a comunidade e o suporte para os projetos do curso de Design UFSC, estes dois laboratórios NGD/LDU, fazem parte de uma grande rede nacional de pesquisa na área de

usabilidade e TA, a RDPTA – Rede de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologia Assistiva.

...Tendo em vista a necessidade de desenvolver pesquisas que se atentem para as demandas das PCD no desenvolvimento de produtos e serviços mais adequados, é que foi criada a Rede de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologia Assistiva (RPDTA). Iniciada em 2015, a RPDTA visa fomentar e consolidar a área de Pesquisa em TA, por meio da formação de uma rede de cooperação entre 5 universidades brasileiras: Universidade Federal do Paraná (UFPR), Universidade Estadual Paulista – Campus Bauru (UNESP-Bauru), Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e a Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), e seus respectivos Programas de Pós-Graduação em Design, Engenharia e áreas afins. Cada universidade participante realiza suas atividades em parceria com instituições que atendem à PCD, desenvolvendo suas pesquisas e projetos de produtos ou serviços, de acordo com a demanda local. (MERINO, Giselle S. A. D. et al, 2018).

Este projeto contou com o suporte da equipe do laboratório NGD/LDU assim como o uso de equipamentos, que foram usados para gerar a solução proposta ao final dos estudos e o uso da TA com foco nas necessidades dos usuários, a fim de promover sua autonomia e participação

Antes de introduzir o assunto central deste estudo - criação de uma prótese para um deficiente físico tocar violão – faz-se necessário um breve esclarecimento sobre três conceitos centrais deste projeto: Design Universal, Tecnologia Assistiva e Ergonomia.

1.2 Design Universal

Segundo o Centro de Tecnologia Especial Aplicada (2002) O conceito de design universal tem suas raízes no campo da arquitetura. A evolução do conceito de design universal começou no Japão, nos Estados Unidos e na Europa na década de 1950. Abrangia a remoção de obstáculos para pessoas com deficiência, o que implicava a modernização de edifícios, bem como a mudança da metodologia para projetar novos. Nesse período, o termo em voga era o design "sem barreiras".

Na década de 1970, o termo tornou-se design acessível. Isto foi em parte devido à Europa e aos Estados Unidos, que pressionaram pela integração da comunidade de pessoas com deficiência. A seção 504 da Lei de Reabilitação de 1973 exige que “nenhum indivíduo com deficiência de outra forma qualificado... seja excluído da participação em, somente por causa de sua deficiência, os benefícios de, ou seja sujeito a discriminação sob quaisquer circunstâncias. Também foi aprovada na década de 1970 o Ato para Educação para Todos os Deficientes de Crianças de 1975. Na educação, os anos 70 presenciaram o início de exigências focadas no ambiente menos restritivo (LRE) e na integração (mainstreaming).

Na década de 1980, vários fatores se uniram para ajudar a promover o conceito de design universal. Em 1987, o Congresso do Worldesign aprovou uma resolução afirmando que os projetistas de todos os lugares deveriam levar em conta a deficiência e o envelhecimento (Fletcher, 2002). A abordagem do design universal abrangeu considerar as necessidades dos usuários de um edifício no início. Outras disciplinas adaptaram o design universal - designers de produto e engenheiros industriais aplicaram o conceito ao perceberem que um design melhor ajuda a todos.

Nos anos 90, a aplicação dos princípios do design universal continuou a ganhar ímpeto. As disposições do Programa de Assistência Técnica (formado após a aprovação da Americans of Disabilities Act de 1990) e o Telecommunications Act de 1996 contribuíram para uma maior conscientização e implementação dos princípios do design universal.

PROJETO UNIVERSAL: O design de produtos e ambientes para ser usado por todas as pessoas, na medida do possível, sem a necessidade de adaptação ou design especializado.

– Ron Mace, North Carolina State University, 1998

Um benefício imprevisto do design universal é que a abordagem das necessidades divergentes de populações especiais aumenta a usabilidade para todos.

– Center for Applied Special Technology (CAST), 2002

A seção 508 das emendas da lei da reabilitação de 1998 incluiu o desenho universal como parte das exigências para a aprendizagem e o teste eletrônicos. O design universal evoluiu até o ponto em que os educadores planejam a inclusão no estágio de design dos currículos e

constroem acomodações para alunos de inglês e alunos com deficiências (Center for Applied Special Technology, 2002).

1.2.1 Princípios do Design Universal

O *Center for Universal Design* (1997) publicou sete Princípios do Design Universal e diretrizes associadas que podem ser aplicadas aos campos da arquitetura, desenvolvimento de produtos e educação. Os princípios e diretrizes estão resumidos abaixo:

Quadro 01: Sete Princípios do Design Universal.

1. Uso Equitativo	Forneça os mesmos meios de uso para todos os usuários. Evite segregação ou estigmatização de qualquer usuário. Forneça disponibilidade igual para privacidade, segurança e segurança. Faça o design atraente para todos.
2. Flexibilidade de uso	Forneça escolha em métodos de uso. Permitir o acesso e uso com a mão direita ou esquerda. Facilitar a precisão do usuário. Proporcionar adaptabilidade ao ritmo do usuário.
3. Simples e intuitivo	Elimine a complexidade desnecessária. Seja consistente com as expectativas e intuição do usuário. Disponibilize uma variedade de habilidades de alfabetização e linguagem. Organize as informações em ordem de importância. Forneça sugestões e comentários eficazes.
4. Informação perceptível	Use modos pictórico, verbal e / ou tátil para apresentação de informações essenciais. Fornecer contraste adequado entre informações essenciais e seus arredores. Diferencie os elementos de maneiras que possam ser facilmente descritas. Fornecer compatibilidade com dispositivos usados por pessoas com limitações sensoriais.
5. Tolerância ao erro	Organize elementos para minimizar riscos e erros. Fornecer avisos e recursos à prova de falhas. Desencoraje a ação inconsciente em tarefas que exijam vigilância.
6. Baixo esforço físico	Permitir que o usuário mantenha uma posição neutra. Use forças operacionais razoáveis. Minimizar ações repetitivas e esforço físico sustentado.
7. Tamanho e espaço para abordagem e uso	Forneça uma linha de visão clara para elementos importantes para qualquer usuário sentado ou em pé. Faça confortável para qualquer usuário sentado ou em pé. Acomodar variações no tamanho da mão e do punho. Proporcionar espaço adequado para o uso de dispositivos auxiliares ou assistência pessoal.

Fonte: Center for Universal Design (1997)

1.3 Tecnologia Assistiva

Segundo Galvão Filho, a expressão Tecnologia Assistiva surge pela primeira vez em 1988:

O termo Assistive Technology, traduzido no Brasil como Tecnologia Assistiva, foi criado oficialmente em 1988 como importante elemento jurídico dentro da legislação norte-americana, conhecida como Public Law 100-407, que compõe, com outras leis, o ADA - American with Disabilities Act. Este conjunto de leis regula os direitos dos cidadãos com deficiência nos EUA, além de prover a base legal dos fundos públicos para compra dos recursos que estes necessitam. Houve a necessidade de regulamentação legal deste tipo de tecnologia, a TA, e, a partir desta definição e do suporte legal, a população norte-americana, de pessoas com deficiência, passa a ter garantido pelo seu governo o benefício de serviços especializados e o acesso a todo o arsenal de recursos que necessitam e que venham favorecer uma vida mais independente, produtiva e incluída no contexto social geral. (BERSCH, 2005)

No Brasil, o Comitê de Ajudas Técnicas - CAT, instituído pela PORTARIA Nº 142, DE 16 DE NOVEMBRO DE 2006 propõe o seguinte conceito para a tecnologia assistiva: "Tecnologia Assistiva é uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social" (*ATA VII - Comitê de Ajudas Técnicas (CAT) - Coordenadoria Nacional para Integração da Pessoa Portadora de Deficiência (CORDE) - Secretaria Especial dos Direitos Humanos - Presidência da República – pág. 03, linhas 29-33*).

Do ponto de vista da ciência **Tecnologia Assistiva** é um fenômeno multidimensional, que envolve aspectos mecânicos, biomecânicos, ergonômicos, funcionais, cinesiológicos, éticos, estéticos, políticos, afetivos e subjetivos.

É também definida como "uma ampla gama de equipamentos, serviços, estratégias e práticas concebidas e aplicadas para minorar os problemas encontrados pelos indivíduos com deficiências" (Cook e Hussey, 1995).

1.4 ERGONOMIA

A **Definição Internacional de Ergonomia** nos afirma que **Ergonomia** (ou Fatores Humanos) é a disciplina científica que trata da compreensão das interações entre os seres humanos e outros elementos de um sistema, e a profissão que aplica teorias, princípios, dados e métodos, a projetos que visam otimizar o bem estar humano e a performance global dos sistemas.

Os praticantes da Ergonomia, **Ergonomistas** contribuem para o planejamento, projeto e a avaliação de tarefas, postos de trabalho, produtos, ambientes e sistemas para torná-los compatíveis com as necessidades, habilidades e limitações das pessoas.

Domínios de especialização : derivada do grego ergon (trabalho) e nomos (leis) para denotar a ciência do trabalho, ergonomia é uma disciplina inicialmente orientada aos sistemas e que modernamente se estende por todos os aspectos da atividade humana. Ergonomistas, em sua prática profissional, devem ter uma compreensão abrangente da amplitude de seu papel, que é, com a Ergonomia, promover uma abordagem holística do trabalho, na qual considerações de ordem física, cognitiva, social, organizacional, ambiental e de outros aspectos relevantes devam ser levados em conta. Ergonomistas frequentemente trabalham em domínios de aplicação ou setores particulares da economia, tais como transportes e controle de processos. Entretanto, os domínios de aplicação não são mutuamente exclusivos e evoluem constantemente. Novos domínios são criados e antigos tomam novas direções.

Através da disciplina, os domínios de especialização representam profundas competências em atributos humanos específicos e características das interações humanas entre si e destes com os sistemas, quais sejam:

Ergonomia Física - no que concerne as características da anatomia humana, antropometria, fisiologia e biomecânica em sua relação a atividade física. Os tópicos relevantes incluem a postura no trabalho, manuseio de materiais, movimentos repetitivos, distúrbios músculo esqueléticos relacionados ao trabalho, projeto de postos de trabalho, segurança e saúde.

Ergonomia Cognitiva - no que concerne aos processos mentais, tais como percepção, memória, raciocínio, e resposta motora, conforme afetam interações entre seres humanos e outros elementos de um sistema. Os tópicos relevantes incluem carga mental de trabalho, tomada de decisão, performance especializada, interação homem-computador, stress

e treinamento conforme estes se relacionam aos projetos envolvendo seres humanos e sistemas.

Ergonomia Organizacional - no que concerne a otimização dos sistemas sócio técnicos, incluindo suas estruturas organizacionais, políticas e processos. Os tópicos relevantes incluem comunicações, gerenciamento de recursos de tripulações (CRM - domínio aeronáutico), projeto de trabalho, organização temporal do trabalho, trabalho em grupo, projeto participativo, ergonomia comunitária e trabalho cooperativo novos paradigmas do trabalho, cultura organizacional, organizações em rede, teletrabalho e gestão da qualidade.

A IMPORTANCIA DAS MÃOS

Segundo Judith C. Wilton (2013) as mãos e as suas funções são uma parte tão vital e demonstrativa do corpo e da personalidade, que a deficiência ou incapacidade tem sérias implicações para o bem-estar emocional e o desempenho de tarefas ocupacionais. Ainda sobre as mãos, Kapandji (2013) afirma que a mão do homem é uma ferramenta maravilhosa capaz de realizar inúmeras ações graças a sua função essencial: a apreensão.

Nesse contexto, este projeto busca resgatar o bem-estar e uma das funcionalidades das mãos de uma pessoa portadora de deficiência física ao permitir através do Design de Produto e da Ergonomia com o uso da tecnologia de impressoras 3D, o desenvolvimento e materialização de um dispositivo que auxilie essa pessoa a tocar um instrumento de cordas. Segundo Silva (2011), uma forma de tornar isso possível é por meio da utilização de estratégias que auxiliem, compensem ou promovam a funcionalidade do indivíduo, sendo que a Tecnologia Assistiva pode contribuir de forma positiva para que isto aconteça.

Embora seja um termo ainda novo, nos últimos anos, a Tecnologia Assistiva (TA) tem se tornado cada vez mais conhecida, atingindo a compreensão de um número crescente de pessoas no Brasil e no mundo. Segundo o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), Tecnologia Assistiva é:

[...] um ramo de pesquisa científica dirigida para o desenvolvimento e aplicação de instrumentos que aumentem ou restaurem a função humana na sua plenitude. Isto é: aquela desenvolvida para permitir o aumento da autonomia e independência de pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida em suas atividades domésticas ou ocupacionais da vida diária.

A princípio, os estudos focaram na postura adotada pelos indivíduos ao tocarem o violão, os alcances dos membros usados para isso, sendo de igual forma consideradas as dimensões e formatos do próprio instrumento e demais acessórios e dispositivos, como por exemplo a palheta, o assento, etc. Tais estudos poderão ser adaptados futuramente à outros instrumentos de corda, guardando-se as devidas proporções ergonomicas que cada instrumento demanda.

- **Objetivo Geral**

Desenvolver uma prótese que possibilitará ao deficiente, seja amputado ou congênito, segurar uma palheta de violão com seu membro amputado ou limitado, permitindo consequentemente ao indivíduo, utilizar o violão. Para este projeto será utilizada a tecnologia de impressão 3D juntamente com o auxílio de um escâner 3D portátil manual para materializar a solução.

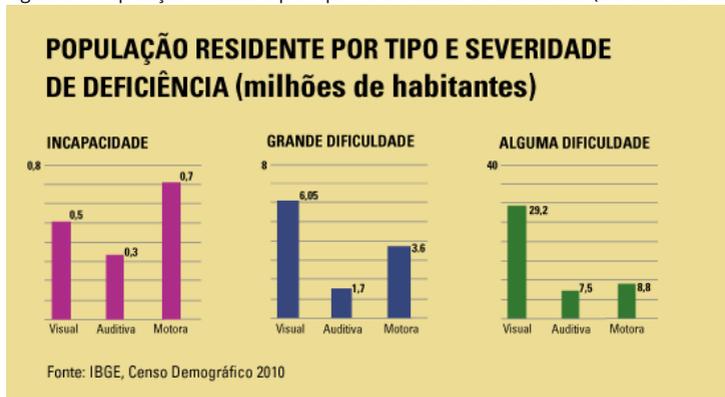
- **Pergunta do Projeto**

Como o design, especificamente o design de produto, pode contribuir com a inclusão social por meio da música, para pessoas amputadas ou com malformação das mãos?

- **Justificativa**

O censo IBGE 2010 aponta que 45,6 milhões de pessoas declararam ter ao menos um tipo de deficiência, o que corresponde a 23,9% da população brasileira. A maior parte delas vive em áreas urbanas - 38.473.702, ante 7.132.347 nas áreas rurais. E mostra ainda que são muitas as desigualdades em relação aos sem deficiência. A deficiência visual foi a mais apontada, atinge 18,8% da população. Em seguida vêm as deficiências motora (7%), auditiva (5,1%) e mental ou intelectual (1,4%).

Figura 01: População residente por tipo e severidade de deficiência (milhões de habitantes).



Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2010.

O processo de inclusão social da pessoa com deficiência tem contado nos últimos anos com o crescimento dos recursos tecnológicos especializados para a criação e produção e de equipamentos de ajuda e suporte. Várias são as terminologias utilizadas no Brasil para definir o que são os recursos tecnológicos: Tecnologia Assistiva (EUA), Tecnologia de Assistência (CIF/OMS) e Tecnologia de Apoio (Comissão Europeia/EUSTAT) e Ajudas Técnicas (Ministério da Saúde).

Apesar dos dados acima, dos estudos realizados em várias universidades para o apoio e criação de próteses através da tecnologia assistiva, o que se encontrou no Brasil sobre próteses para tocar especificamente violão, foi nulo ou quase nada, se levarmos em conta as iniciativas pessoais que geram objetos inadequados ou desconfortáveis até a iniciativa de profissionais de outras áreas, que apesar de criarem objetos melhorados, ainda pecam na ergonomia, gerando ainda desconforto para o usuário, o que pode acarretar danos ou lesões pelo uso destes produtos.

Por já conhecer o trabalho Núcleo de Gestão de Design e Laboratório de Design e Usabilidade (NGD/LDU), e saber que ali encontraria apoio para este projeto, o autor deste Projeto de Conclusão de Curso (PCC) teve a oportunidade de poder desenvolver uma prótese para um amputado tocar violão.

Este projeto buscou desenvolver, através da tecnologia assistiva e do design de produto, uma prótese pessoal e funcional para um amputado tocar violão, gerando bem-estar e uma vivência pessoal melhorada. Este trabalho faz parte da conclusão do curso de Bacharel em

Design da Universidade Federal de Santa Catarina e entre tantas possibilidades de temas e áreas distintas em que o designer atua, escolhi este projeto por ter um cunho social e inclusivo. Acredito ser fundamental o papel do designer para o desenvolvimento de uma sociedade melhor, funcional e amparada, principalmente para aqueles que não dispõem de recursos ou acesso a serviços particulares.

- **Delimitação do projeto**

Este projeto foi criado pensando inicialmente em dois tipos de usuário: os amputados de membro superior e os deficientes congênitos (figura 02).

Por conta da especificidade de caso, convencionou-se como objetivo principal do projeto, os amputados. Existem diferentes tipos de amputação de membros superiores e níveis de má formação das mãos e foi eleito para este projeto a amputação chamada Desarticulação do Punho, que é a amputação que acontece exatamente na altura da articulação do punho.

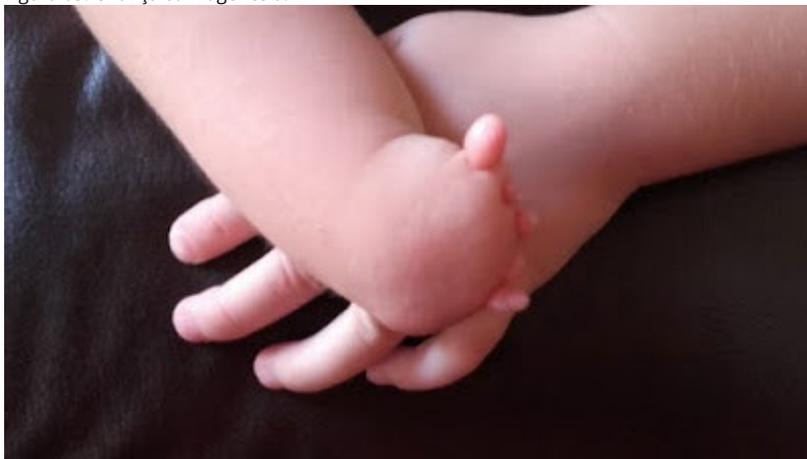
Um dos pontos importantes deste projeto foi tentar minimizar as dificuldades causadas pela falta de um membro ou não desenvolvimento do mesmo, no caso a mão, projetando-se uma prótese que permitisse tocar um violão sem o comprometimento da postura, conseguindo o executor, alcançar e ferir as cordas do instrumento naturalmente e de forma comoda.

Figura 02: Jovem amputado na altura do pulso .



Fonte: O Jornal POVO TV (2019).

Figura 03: Criança com agenesia.



Fonte: Website Dar as MÃOS.

2. METODOLOGIA PROJETUAL

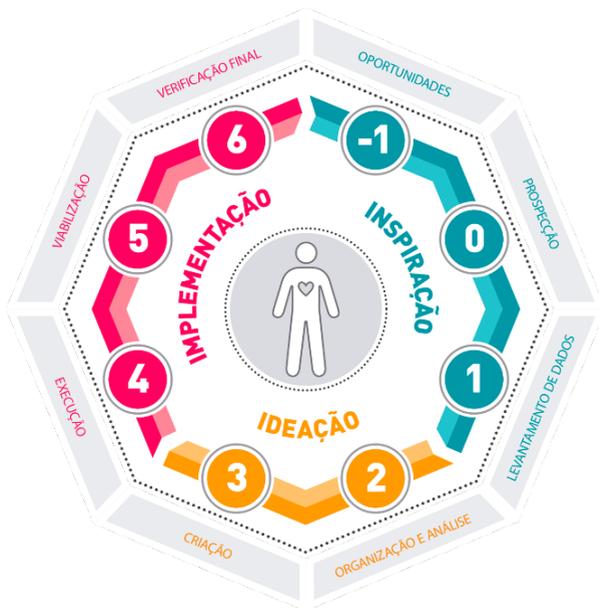
Depois da prática e desenvolvimento de produtos com duas diferentes metodologias centradas no usuário – HCD e GODP, a escolha da metodologia foi baseada na experiência do próprio autor com a metodologia que mais lhe era familiar e adequada a este projeto.

Estudada e aplicada anteriormente nos Projetos 22 e 25 do curso de DESIGN UFSC, a metodologia escolhida e utilizada no projeto foi o Guia de Orientação para o Desenvolvimento de Projetos (GODP), desenvolvido pela prof. Dra. Giselle Schmidt Alves Díaz Merino.

O GODP é uma metodologia que busca resolver a questão da prática projetual do Design, com base no projeto centrado no usuário e com ênfase no Design Universal.

Esta metodologia que possui formato cíclico, e está dividida em oito etapas agrupadas em três momentos: Inspiração (-1/ 0/ 1), Ideação (2/3) e Implementação (4/5/6). Estas etapas compreendem a coleta de informações, o desenvolvimento criativo, a execução projetual, a viabilização e a verificação final do produto.

Figura 04: Metodologia GODP.



Fonte: Merino (2016).

As etapas do GODP são:

- Etapa (-1) Oportunidades: É a primeira etapa da metodologia, compreendida no momento Inspiração. Nela é feita a verificação das oportunidades nos mercados e setores de acordo com o produto a ser avaliado. Para isso é levado em consideração um panorama local, nacional e internacional e a atuação na economia, tornando nítidas as necessidades de crescimento no setor onde o produto está inserido.
- Etapa (0) Prospecção: Nesta segunda etapa do momento Inspiração, é feita a definição da demanda ou problemática que norteará o projeto.
- Etapa (1) Levantamento De Dados: Esta é a terceira etapa da Inspiração. Nela, é feito o levantamento de dados de acordo com as necessidades e expectativas do usuário, levando em consideração quesitos de usabilidade, ergonomia e antropometria, entre outros, bem como as normas técnicas para o desenvolvimento dos produtos.

- Etapa (2) Organização e Análise: Compreende a primeira etapa do momento Ideação no qual as informações levantadas são organizadas e analisadas. Técnicas analíticas podem ser utilizadas, permitindo a definição das estratégias de projeto.
- Etapa (3) Criação: É a segunda etapa do momento Ideação. Nela são definidos os conceitos e geradas as primeiras alternativas e protótipos, que serão submetidas às ferramentas e técnicas de análise, a fim de selecionar aquelas que se encaixam melhor nas especificações de projeto e atendimento dos objetivos.
- Etapa (4) Execução: Esta é a primeira etapa compreendida no momento Implementação. Nela é considerado o ciclo de vida do produto em relação às propostas para então se desenvolver protótipos em escala ou modelos matemáticos, para em seguida elaborar os protótipos funcionais para testes.
- Etapa (5) Viabilização: Nesta segunda etapa da Implementação, é feito o teste do produto em situação real, junto ao usuário, podendo ser utilizadas ferramentas de avaliação de ergonomia, usabilidade e qualidade aparente, além da realização de pesquisas junto a potenciais consumidores.
- Etapa (6) Verificação Final: É a terceira etapa da Implementação em que destaca-se a importância de se considerar os aspectos de sustentabilidade, levando em consideração o destino dos produtos após o término do tempo de vida útil, seu impacto econômico e social. Além disso, essa etapa pode ser um novo ponto de partida na geração de oportunidades, confirmando seu formato cíclico.

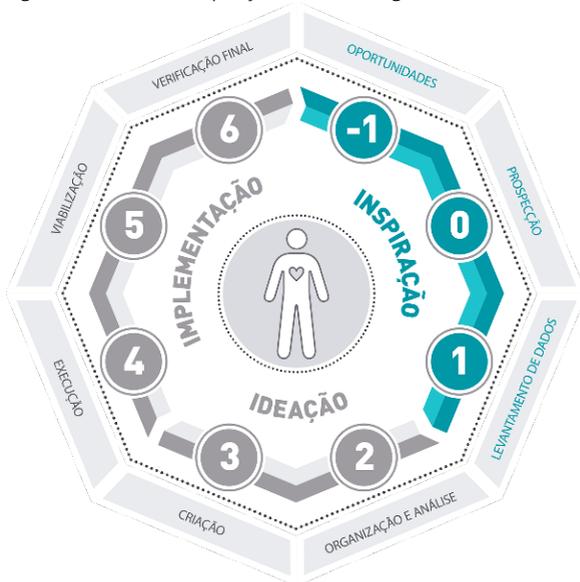


3. DESENVOLVIMENTO

3.1 Momento Inspiração (Etapas -1/0/1)

A Inspiração é o primeiro momento do desenvolvimento do projeto, em que são coletadas as informações. Dela fazem parte as etapas de Oportunidades (-1), Prospecção (0) e Levantamento de Dados (1).

Figura 05: Momento Inspiração da Metodologia GODP



Fonte: Merino (2016).

-1 Etapa (-1) **OPORTUNIDADES**

Nesta etapa, a de Oportunidades (-1), verificou-se as demandas e oportunidades de mercado de acordo com o produto a ser desenvolvido, as vivências pessoais, a experiência do autor durante o período acadêmico e também os recursos disponíveis.

Figura 06: Descrição da Etapa Oportunidades.

-1 Etapa de Oportunidades

- Análise sobre a experiência do autor no decorrer do curso, sobre os conhecimentos adquiridos no Projeto de produto P22, sobre a existência de produtos no mercado e a necessidade de usuários com deficiência física e sobre o uso dos laboratórios de usabilidade.

Fonte: o autor (2019).

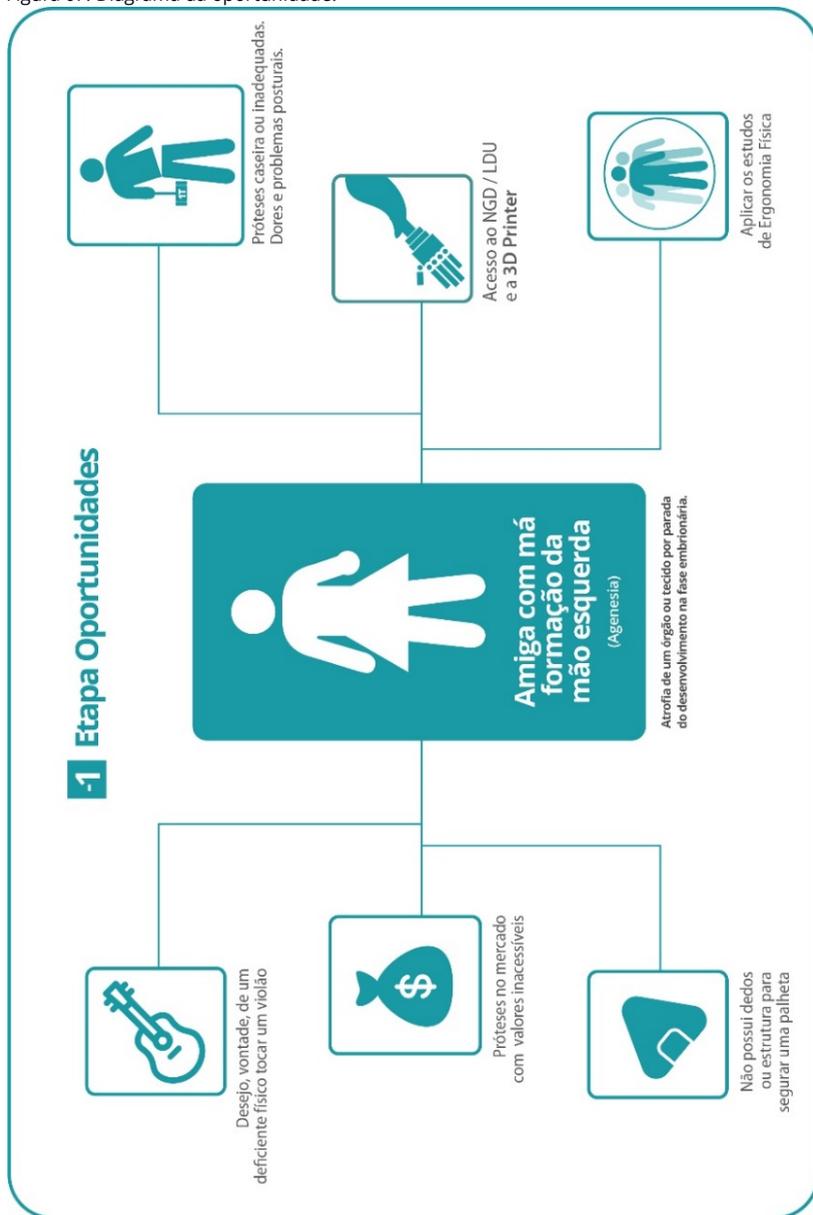
Alguns fatores influenciaram na escolha do tema deste projeto sendo que o principal deles foi o autor conhecer uma portadora de Agnesia da Mão, que é uma má formação congênita, e com isso ter a oportunidade de desenvolver um produto que trouxesse a possibilidade de indivíduos que como ela, devido a algum acidente ou má formação congênita das mãos, deixaram de executar ou estudar a prática musical com um instrumento de cordas, no caso o violão, e da mesma forma aqueles que com as mesmas limitações porém leigos na prática musical, pudessem praticá-la.

Outro fator foi ter a possibilidade de testar e colocar em prática os conhecimentos aprendidos no projeto P22 – Produto de Média Complexidade na quinta fase do processo acadêmico além de ter a oportunidade de estudar um pouco mais sobre a Tecnologia Assistiva e poder lançar mão de tecnologias de ponta, como o uso de um escâner 3D e a de uma impressora 3D para o projeto.

O fato de o autor ser músico e entusiasta das artes teve grande relevância também em tal escolha uma vez que este, o autor, ao usufruir dos benefícios de se relacionar através da prática musical, seja de forma profissional, seja como lazer em grupos de amigos, e experimentar o bem-estar que a prática musical traz, não hesitou em qualquer momento, independente das dificuldades teóricas, técnicas e práticas, em criar algo que pudesse levar estas mesmas experiências para outros menos favorecidos.

Por último, o fato de termos no curso de Design da Universidade Federal de Santa Catarina, um laboratório de design modelo possui os equipamentos necessários e que já trabalha projetos de TA e Ciências Sociais Aplicadas, NGD/LDU, foi sem dúvida a certeza que haveria a possibilidade de execução deste projeto.

Figura 07: Diagrama da oportunidade.



Fonte: o autor (2019).

0 Etapa (0) PROSPECÇÃO/SOLICITAÇÃO

Na etapa Prospecção (0) é feita a primeira identificação dos Blocos de Referência. É também verificada a viabilidade técnica e legal do projeto e desenvolvidas buscas a respeito das normas e legislações que regem a produção do produto.

Figura 08: Etapa Prospecção.

0

Etapa de Prospecção

- Identificação dos blocos de referência
- Pesquisa de patentes na base online de dados do INPIe GOOGLE PATENTS;
- Normas e legislação.

Fonte: o autor (2019).

1. Identificação dos Blocos de Referências

Ao iniciar um projeto centrado o usuário deve-se definir os Blocos de Referência, referentes ao produto, usuário e contexto, conforme foi feito na imagem abaixo (Figura 08) em relação ao projeto em questão. O produto é o resultado de um projeto e pode ser tangível (produto físico) ou intangível (produto digital serviço); o usuário é quem irá utilizar o produto; e o contexto é o meio aonde acontece a interação entre o produto e o usuário.

Figura 09: Blocos de referência.

	Produto	Prótese/dispositivo para segurar palheta e tocar violão
	Usuário	Amputados da mão na altura do pulso, de ambos os sexos, a partir da idade que tenham condições motoras de aprender a tocar um instrumento de corda
	Contexto	Qualquer ambiente que se possa tocar um violão <ul style="list-style-type: none"> • Escola de música • Ambiente domiciliar • Lazer • Apresentações

Fonte: O autor (2018).

2. Patentes - Viabilidade técnica e legal do projeto

A fim de identificar a viabilidade técnica e legal do projeto, foram feitas buscas de patentes (Anexo A) em âmbito nacional na base de dados online do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) e internacional na base de dados online do Google Patents. As pesquisas foram feitas durante o período de 15 e 20 de setembro de 2018.

Os termos utilizados para as buscas no INPI foram: suporte para palheta, prótese extensora de antebraço, prótese para tocar violão, prótese de mão para tocar violão, prótese com suporte de palheta. Nenhum dos termos obtiveram resultados no INPI.

No GOOGLE PATENTS houve a ocorrência de um resultado como o título *Prosthetic Guitar Pick* e que pode ser visto no Apêndice A no final deste relatório. A partir daí e da ferramenta SEMELHANÇA, outros foram indicados e alguns pela classificação *Plectra and like playing means*; *Plectrum holders*, porém com menção direta ao objeto palheta.

Prosthetic Guitar Pick - (~patent/US3992975A) (G10D3/163)

Abstract

The invention is a plectrum or pick for a guitar or other stringed musical instrument played with a pick. In particular, the invention is a pick and pick holder conformable to the contours of the forearm of a wrist amputee, the invention also providing a method for making the present prosthetic pick structure.

Classification

G PHYSICS/ G10 MUSICAL INSTRUMENTS; ACOUSTICS
G10D STRINGED MUSICAL INSTRUMENTS; WIND MUSICAL
INSTRUMENTS; ACCORDIONS OR CONCERTINAS; PERCUSSION
MUSICAL INSTRUMENTS; MUSICAL INSTRUMENTS NOT
OTHERWISE PROVIDED FOR G10D3/00 *Details of, or accessories for,
stringed musical instruments, e.g. slide-bars G10D3/16 Bows; Guides for
bows; Plectra and like playing means G10D3/163 Plectra and like playing
means; Plectrum holders*

3. Normas e legislação.

Ao iniciar um projeto, é importante identificar e conhecer as normas e legislações que regem a produção do produto.

Para isso, foi feita além de uma pesquisa no site da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) que é o órgão responsável pela normalização técnica no Brasil através das Normas Brasileiras (ABNT NBR) uma pesquisa em sites de associações, centros de reabilitação e também em sites especializados em ortopedia, próteses e amputação, além de materiais do Governo Federal.

Normas

ABNT - NBRISO13405-1 de 04/1999; NBRISO13405-2 de 04/1999; NBRISO13405-3 de 04/1999 - Próteses e órteses - Classificação e descrição de componentes para próteses - Descrição de componentes para próteses de membro superior

Legislação

INSS é obrigado a Fornecer Órteses e Próteses aos seus segurados.

Ação Civil Pública nº 2006.33.00.011274-1, 13ª Vara Federal da Seção Judiciária da Bahia. Decisão judicial suspendendo a Nota Técnica CGMBEN nº 70/2005 e determinando a obrigatoriedade de fornecimento das próteses e órteses àqueles que sejam segurados do INSS e tenham formulado requerimento.

Resolução RDC nº 192

Approva o Regulamento Técnico, anexo a esta Resolução, visando disciplinar o funcionamento das empresas de Ortopedia Técnica, Confecções de Palmilhas e Calçados Ortopédicos e de Comercialização de Artigos Ortopédicos, instaladas no território nacional.

Resolução RDC nº 185

Approva o Regulamento Técnico que consta no anexo desta Resolução, que trata do registro, alteração, revalidação e cancelamento do registro de produtos médicos na Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA

Lei 8213 de 24 de julho de 1991

Dispõe sobre os Planos de Benefícios da Previdência Social e dá outras providências.

1 Etapa (1) LEVANTAMENTO DE DADOS

Na etapa de Levantamento de Dados (1) são levantados os dados de acordo com as necessidades e expectativas do usuário, levando em consideração quesitos de usabilidade, ergonomia e antropometria, entre outros. Esses dados são divididos entre os três Blocos de Referência: Produto, Usuário e Contexto de Uso (Figura 09).

Figura 10: Descrição da etapa de levantamento de dados.



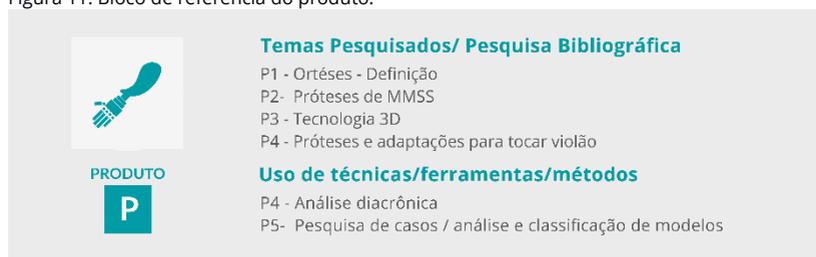
Fonte: o autor.

P PRODUTO

No Bloco de Referência do Produto foram feitas inicialmente pesquisas sobre próteses, órteses e adaptações para membros superiores num aspecto amplo e mais generalizado. Após esse primeiro contato com estes produtos, foram depois pesquisados dispositivos que tivessem a função auxiliar específica de pinça ou suporte para palhetas para se tocar violão, observando as diferenças dos modelos, conforme construção e materiais usados na confecção.

Tais observações foram feitas a partir de pesquisas via internet em sites de empresas especializadas, em sites de profissionais de fisioterapia e medicina, artigos sobre reabilitação, próteses e afins, além de vídeos sobre o assunto.

Figura 11: Bloco de referência do produto.



Temas Pesquisados/ Pesquisa Bibliográfica

- P1 - Órteses - Definição
- P2 - Próteses de MMSS
- P3 - Tecnologia 3D
- P4 - Próteses e adaptações para tocar violão

Uso de técnicas/ferramentas/métodos

- P4 - Análise diacrônica
- P5- Pesquisa de casos / análise e classificação de modelos

Fonte: o autor (2019).

P1 – Órteses – Definição

Segundo Carvalho (2013) a órtese é um recurso terapêutico que deve ser associado ao tratamento medicamentoso, à reabilitação e a pré e pós- operatório de cirurgias, visando a preservação da função da mão.

Para este projeto em específico, trataremos de usuários que possuem alguma deficiência física, seja amputados ou pessoas com má formação congênita das mãos, dispensando então baseado na literatura específica, mais detalhes sobre o tema órteses.

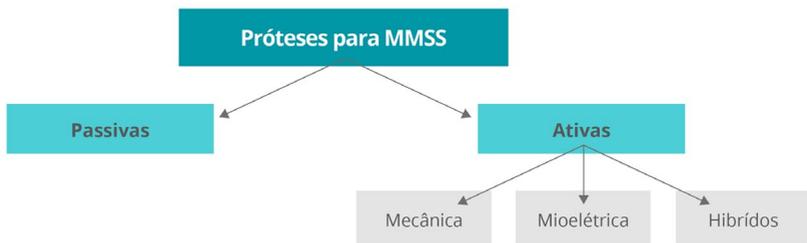
P2 – Próteses de MMSS – Definição e classificação

P2.1 – Definição

De acordo com o Manual Técnico do Ministério da Saúde brasileiro, Prótese é o componente artificial que tem por finalidade suprir necessidades e funções de indivíduos sequelados por amputações, traumas ou deficiências físicas de nascença. A escolha da prótese dependerá de aspectos como o nível de amputação, o formato do coto, a função esperada da prótese, as condições cognitivas do usuário, o tipo de atividade profissional a ser desempenhada, o impacto positivo que a protetização acarretará nas Atividades da Vida Diária – AVDs, a importância estética da prótese, dentre outros.

P2.2 – Classificação

Figura 12: Classificação das próteses para MMSS.



1.	Passiva ou Estética
2.	Ativa do tipo mecânica
3.	Ativa com fonte de energia externa: mioelétricas
4.	Híbridas: combinação de componentes mecânicos e elétricos

Fonte: o autor.

P2.3 - Prótese Passiva ou Estética

Ainda que recebam esta denominação as próteses passivas não são puramente estéticas, pois proporcionam também maior conforto, auxiliam

na reconstrução da imagem corporal e na dessensibilização do coto. São tipicamente de fácil manuseio, podem ser utilizadas em qualquer nível de amputação. Sua indicação depende da funcionalidade pretendida, do grau de habilidade do membro contra lateral, da lateralidade da lesão (dominante x não dominante).

Pode ser prescrita como prótese única ou complementar a outra prótese funcional quando, por exemplo, o indivíduo utiliza a prótese mecânica para atividades mais pesadas e a estética para atividades mais leves, em ambientes sem sujidade ou umidade excessivos. São, de modo geral, adequadas do ponto de vista estético, leves e praticamente dispensam treinamento para uso.

Figura 13 – Prótese passiva-estética para amputação parcial de mão.

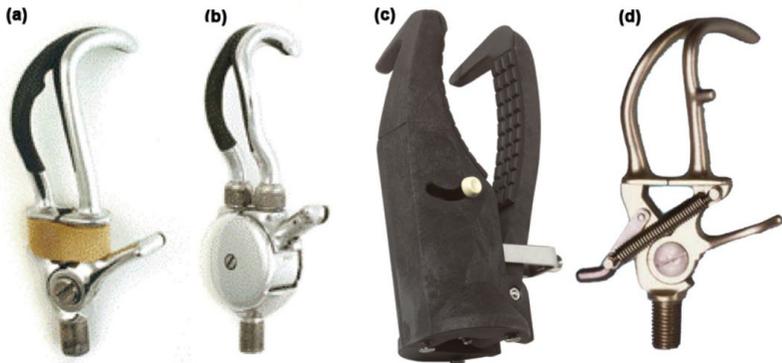


Fonte: segurado INSS. Imagem autorizada.

P2.4 - Prótese Mecânica

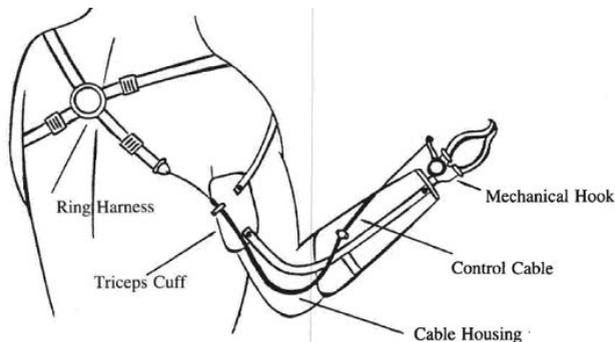
São próteses ditas funcionais, ativadas pelo próprio paciente, nas quais os movimentos de flexão e extensão do cotovelo, abertura e fechamento da mão protética são acionados pela contração muscular e movimentos dos segmentos proximais ao coto, por meio de cabos e tirantes. Lesões em níveis muito proximais cursam com maior peso da prótese e dificuldade adicional para o acionamento da mão protética, mas, de modo geral, são passíveis de boa adaptação se ofertado treinamento adequado e a depender do grau de entendimento e motivação do indivíduo. São próteses que apresentam peso moderado, funcionalidade superior às próteses passivas, alta durabilidade e exigem treino para uso.

Figura 14 — Ganchos de Próteses mecânicas acionados por cabos. (a) Hosmer model 5XA hook (Hosmer; Campbell, California), (b) Hosmer Sierra 2 Load VO hook (Hosmer), (c) RSL Steeper Carbon Gripper (RSL Steeper; Leeds, United Kingdom), and (d) Otto Bock model 10A60 hook (Otto Bock; Duderstadt, Germany). VO = voluntary opening.



Fonte: Delft Institute of Prosthetics and Orthotics

Figura 15 — Prótese mecânica- fixação.



Fonte: Delft Institute of Prosthetics and Orthotics

P2.5 - Prótese Mioelétrica

Utilizam fonte de energia interna e externa. O controle mioelétrico depende de potenciais elétricos detectados na superfície da pele durante a contração muscular do membro residual. O posicionamento dos eletrodos é definido conforme avaliação dos pontos nos quais a captação de sinal se mostra mais eficiente e a bateria é incorporada ao encaixe da prótese.

Trata-se de método de protetização não invasivo, que propicia diversidade de movimento maior em relação às próteses mecânicas.

Obviamente a variedade de movimentos aumenta a complexidade do sistema, exigindo mais motores, mais canais e maior capacidade do indivíduo para acionar adequadamente cada grupo muscular.

As próteses mioelétricas permitem um movimento articular de cada vez. Habitualmente, as mãos protéticas permitem a pinça tri digital, mas existem também modelos mais modernos que permitem o movimento individualizado de dedos. Mesmo apresentando funcionalidade superior às próteses mecânicas, ainda existem limitações significativas, especialmente devido à ausência de função sensorial, que é primordial para a funcionalidade da mão. São exemplos de comandos e movimentos:

- I - manter aberto: usando o sinal aberto por um determinado período de tempo;
- II - duplo impulso: dois sinais abertos rápidos, após a mão é totalmente aberta;
- III - impulso triplo: três sinais abertos rápidos, após os quais a mão é totalmente aberta; e
- IV – co-contração: contração de ambos os músculos de abrir e fechar “em simultâneo”.

Figura 16 — Prótese Mioelétrica.



Fonte: <http://www.cpousa.com/prosthetics/upper-extremity/>.

P2.6 - Prótese Biônica

As Próteses Biônicas são dispositivos de última geração que através de sensores superficialmente conectados ao músculo do paciente, captam pulsos elétricos que possibilitam maior mobilidade e autonomia para amputados de membro superior.

Sonho de consumo de muitas pessoas e considerado um dos sistemas protésicos mais realistas do mundo, a prótese biônica ajuda a

restabelecer de forma natural o movimento fisiológico no membro amputado.

Alguns componentes mais atuais podem ser controlados de maneira intuitiva, como as mãos, cotovelos, joelhos e pé biônicos que permitem maior liberdade de movimento, aumentando as chances de o amputado viver experiências até então inimagináveis, como passar uma linha numa agulha, por exemplo.

O principal objetivo das próteses biônicas não é apenas restaurar a funcionalidade dos membros perdidos, mas criar uma reconexão com o mundo.

Atualmente existem próteses biônicas como esta que suportam até 90 kg e podem ser configuradas via Bluetooth. E também há projetos para que essas próteses possam oferecer sensibilidade (tato) ao paciente.

A BeBionic por exemplo, é um dos tipos de mão biônica que, além de ser configurada via bluetooth, também permite que o amputado realize atividades cotidianas sem depender da ajuda de ninguém, pois possui várias modalidades de pinças específicas que melhor se adaptam a algumas atividades do dia-a-dia, como por exemplo, segurar uma chave, controlar um mouse ou até mesmo uma furadeira.

Figura 17: Mão Biônica – BeBionic.



Fonte: Blog Conforpes.

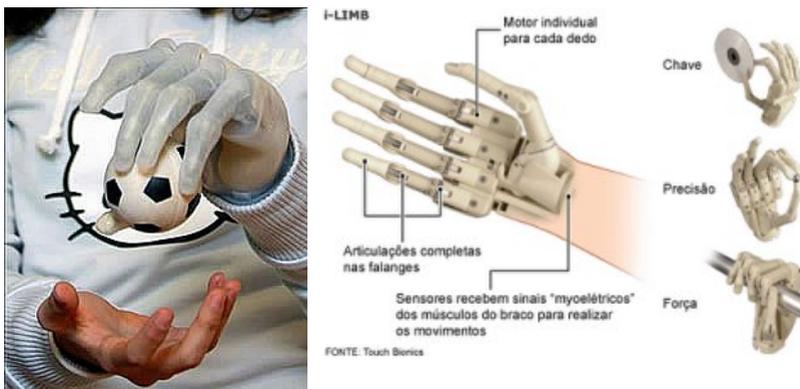
Figura 18: Inglesa Nicky Ashwell, de 29 anos e sua prótese de U\$ 45.000,00.



Fonte : Foto BBC.

Já nas duas imagens seguintes, podemos notar uma prótese que imita perfeitamente o movimento da mão humana.

Figura 19: Jovem segura bola com mão biônica.



Fonte: Site Medicinabionica.wordpress.com

Atualmente existem próteses biônicas como esta que suportam até 90 kg e podem ser configuradas via Bluetooth. E também há projetos para que essas próteses possam oferecer sensibilidade (tato) ao paciente.

- **Plugins**

Além das próteses, existem equipamentos e acessórios (plugins) que auxiliam o usuário tanto no uso quanto na função, podendo ser visto próteses que contém conectores para peças com funções diferentes, os chamados HOOKS (gancho em inglês).

Figura 20: 1942: Prótese produzida para vítimas de guerra com plugins.



Fonte: o autor (2019).

P3 - Tecnologia de impressão 3D

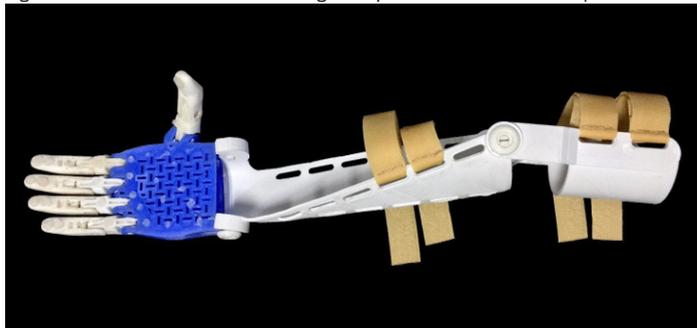
A impressão 3D, também conhecida como fabricação aditiva, é o processo pelo qual objetos físicos são criados pela deposição de materiais em camadas, com base em um modelo digital. Todos os processos de impressão 3D requerem o trabalho conjunto de software, hardware e materiais.

A tecnologia de impressão 3D pode ser usada para criar tudo, de protótipos e peças simples a produtos finais altamente técnicos, como **peças de avião (Inglês), construções sustentáveis, implantes médicos que salvam vidas** e até mesmo órgãos artificiais com o uso de camadas de células humanas.

De acordo com site da 3DSystems, a primeira impressora 3D surgiu em 1983 criada por Charles Hull, engenheiro pela Universidade do Colorado e fundador da mesma. Mas foi em 1987 que o primeiro modelo

de impressora com essa tecnologia foi apresentado ao mercado. Desde então, sua utilização vem sendo apropriada por diversos setores da sociedade, como a indústria aérea e, em uma utilização mais recente, a medicina.

Figura 21: Prótese feita com tecnologia 3D para menina de 9 anos | Letícia Alcará



Fonte: <https://jornalismoespecializadounesp.wordpress.com/2017/07/21/tecnologia-3d-pode-revolucionar-a-producao-de-proteses/>

Segundo o Portal Brasil, com informações da Agência Brasil e Into, o Governo do Brasil através do Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia vai utilizar equipamento para melhorar implantação em pacientes amputados pelo SUS. Com o uso da tecnologia de impressão tridimensional, o Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia Jamil Haddad (Into), ligado ao Ministério da Saúde, vai produzir próteses para pacientes amputados.

Figura 22: Prótese produzida por uma 3D Printer.

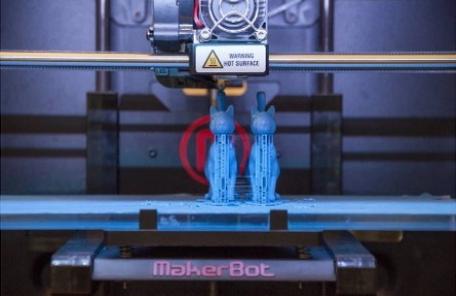


Foto: Arquivo/Agência Brasil

P3.1 - Métodos comuns de impressão 3D

A tecnologia de impressão 3D avança rapidamente e está se tornando um recurso confiável para a fabricação em massa de peças. A cada dia, cientistas e inventores estão descobrindo novas maneiras de aplicá-la.

Figura 23: Tipos de impressão 3D.

<p>Fabricação de filamentos fundidos</p> <p>Também conhecida como modelagem por deposição de material fundido (FDM). Este método de impressão 3D aquece e efetua a extrusão de materiais plásticos. Ele é comum em impressoras 3D de pequeno porte e profissionais. Como exemplos de impressoras 3D temos a MakerBot Replicador e a Ultimaker 2</p>	
<p>Estereolitografia (SLA, Stereolithography)</p> <p>Este método de impressão 3D usa luz UV para curar ou enrijecer resinas, camada por camada. Como exemplos de impressoras 3D temos a Autodesk Ember e a Formlabs Form 1.</p>	
<p>Sinterização seletiva a laser (SLS, Selective laser sintering)</p> <p>Comum na fabricação industrial, este método de impressão 3D usa laser para fundir materiais em pó, camada por camada. Como exemplos de fabricantes de impressoras 3D temos a EOS e a 3D Systems.</p>	

Fonte: <https://www.autodesk.com.br/solutions/3d-printing>

P4 - Próteses e adaptações para tocar violão

Foram encontrados nas pesquisas 03(três) tipos de dispositivos/próteses usadas por indivíduos que tocam violão ou guitarra. Tais dispositivos foram criados ou adaptados pelos próprios usuários/músicos, por profissionais de outras áreas e finalmente um produto que foi criado por um designer. No quadro a seguir uma descrição dos tipos:

- **Dispositivos caseiros**

Figura 24 : Dispositivos caseiros feitos pelos próprios usuários.



Fonte: o autor (2019).

Nos que diz respeito aos materiais usados, são peças ou dispositivos feitos com materiais caseiros baratos, como cano de PVC, barbantes, garrafas plásticas, cadaços, fitas adesivas, fitas plásticas, etc. Não obedecem a nenhum critério de ergonomia, não é usado nenhum tipo de tecnologia ou conhecimento prévio sobre o assunto. O uso dos materiais não leva em conta a questão do conforto e adaptação da pele do coto, podendo gerar feridas ou desconforto. Neste caso observado por exemplo, o encurtamento do braço provoca uma má postura que não foi compensada no dispositivo criado pelo músico.

- **Dispositivos feitos por profissionais de áreas diversas**

Figura 25: Dispositivos caseiros feitos por profissionais de outras áreas.



Fonte: o autor (2019).

Nesta observação de caso, vemos uma prótese criada por um professor de música, que com muita habilidade, conseguiu construir algo funcional, visto que a sua aluna conseguiu executar os movimentos para se tocar o instrumento. Nota-se que houve um cuidado com as o alcance da prótese ao verificar as dimensões da mesma. A construção foi realizada com canos de PVC, espuma e velcros para fixação. O material usado foi PVC, espuma e velcros. Observa-se, porém, nesses dispositivos a falta de estudos ergonômicos, materiais e estudos antropométricos.

- **Dispositivo feito por um designer**

Figura 26: Dispositivo customizado feito por designer.



Fonte: https://www.youtube.com/watch?v=OyZo_02PXtQ

Observando o próprio case do produto, pode-se acompanhar o desenvolvimento feito por um designer profissional, onde a alternativa gerada, passou pelos processos de ideação, 3D CAD e então a impressão 3D, sendo uma peça customizada e feita na medida do usuário final, sendo ergonômica e confortável no questão do encaixa, pois esta foi feito sob medida para o coto. Não foi possível especificar com exatidão o material usado na impressão. Além disso a estética acompanha o desejo e o estilo do usuário final. Por ser fechada, talvez gere um desconforto em relação

ao uso prolongado, gerando calor e também dificulta a higienização da mesma.

- **Prótese mecânica com peça adaptada**

Figura 27: Músico utiliza Prótese mecânica com gancho/pinça que segura a palheta.



Fonte: o autor.

Foi observado em alguns vídeos desta banda, o músico profissional usando uma prótese mecânica, em forma de gancho, geralmente acionada por cabos, com a palheta amarrada na ponta. É o tipo de prótese feita por laboratórios e protéticos profissionais, baseado em um modelo pós-guerra. A prótese como mostra a figura, permite ao músico executar o instrumento na posição correta e com conforto, porém não existe balanço ou flexibilidade da extremidade onde a palheta está fixada, algo que se observa em uma execução de violão. Neste tipo de prótese a fixação pode ser um ponto negativo se a pessoa deseja tirá-la e colocá-la com facilidade, pois esta fixação é feita com correias no braço, ombro e peitoral, impossibilitando uma fácil colocação e retirada. Este tipo de prótese é revestido internamente por um tipo de forração respirável e macia, o que deixa o seu uso mais confortável.

P4 - ANÁLISE DIACRÔNICA

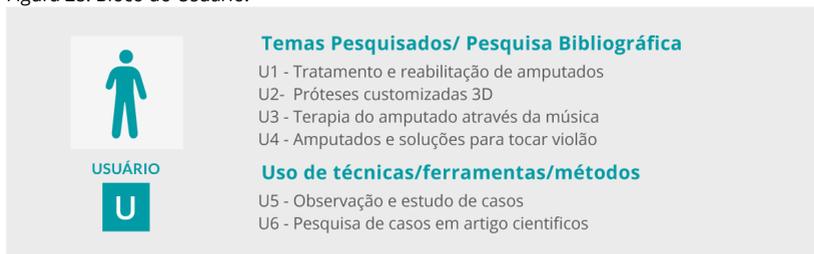
Por meio da Análise Diacrônica é possível conhecer sobre a evolução histórica das PRÓTESES e dentro dela, as próteses para membros superiores. Os primeiros relatos de próteses, sobre tudo para membros superiores, datam de séculos antes de Cristo.

O diagrama contendo a análise diacrônica será encontrada na parte dos apêndices, ao final deste relatório.

U USUÁRIO

No Bloco de Referência do usuário buscou-se conhecer mais sobre o usuário que toca violão mesmo tendo alguma limitação, amputação ou má formação congênita. Foram observadas suas limitações e suas características antropométricas. Pesquisou-se também a respeito das técnicas de uso do violão, postura para tocar e como funciona a posição da mão ao segurar uma palheta.

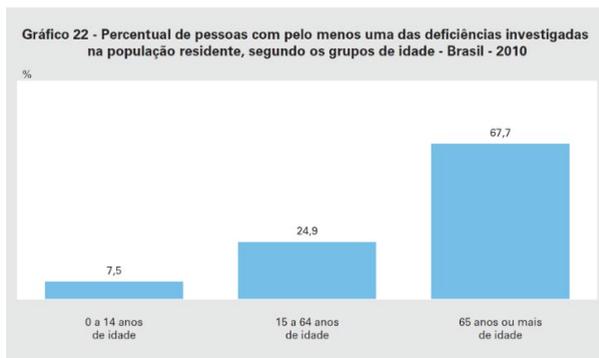
Figura 28: Bloco do Usuário.



U1 - USUÁRIOS – Pessoas com Deficiência Física

No Brasil, dados do IBGE, censo de 2010, demonstram que 24% da população brasileira afirmam possuir algum tipo de deficiência. Em números absolutos, esta porcentagem corresponde a aproximadamente 46 milhões de pessoas, sendo que, deste total, 13.273.969 afirmam ter alguma deficiência motora permanente.

Figura29: Percentual de pessoas com pelo menos uma das deficiências investigadas na população residente, segundo os grupos de idade – Brasil – 2010.



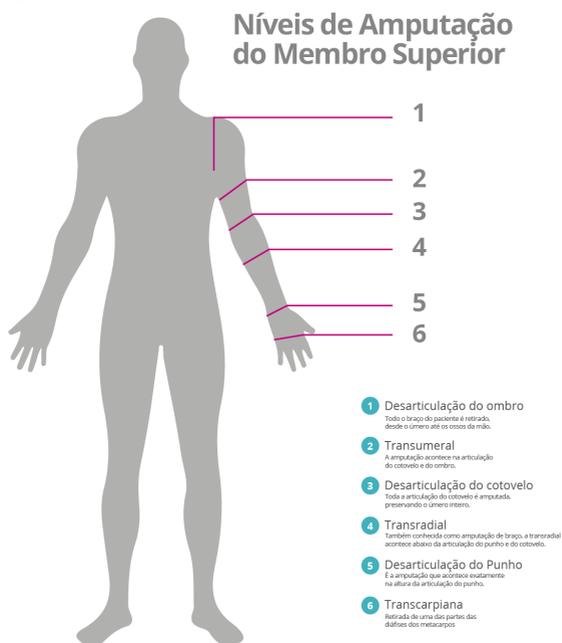
Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2010.

Um dos pontos importantes deste projeto foi compensar a falta de um membro, no caso a mão, projetando-se um dispositivo extensor para segurar a palheta que toca o violão, que gerasse a possibilidade de se tocar um violão sem o comprometimento da postura, conseguindo o executor, ferir as cordas do instrumento sem esforço e de uma forma confortável.

Segundo o MINISTÉRIO DA SAÚDE - Secretaria de Atenção à Saúde Departamento de Ações Programáticas Estratégicas em sua cartilha Diretrizes de Atenção à Pessoa Amputada, amputação é o termo utilizado para definir a retirada total ou parcial de um membro, sendo este um método de tratamento para diversas doenças.

É importante salientar que a amputação deve ser sempre encarada dentro de um contexto geral de tratamento e não como a sua única parte, cujo intuito é prover uma melhora da qualidade de vida do paciente. De acordo com esta cartilha, existem seis Níveis de Amputação do Membro Superior e são eles: desarticulação do ombro, amputação transumeral, desarticulação do cotovelo, amputação transradial, desarticulação do punho e amputação transcarpiana.

Figura 30: Níveis de amputação de amputação de membro superior.



Fonte: o autor (2019).

Foi eleito para estudo deste projeto específico, a amputação que é feita com o desmembramento na altura do pulso conhecida como Desarticulação do Pulso. Outros tipos de amputação demandam outros estudos.

U2 – Deficientes físicos que tocam violão

Para esse projeto, foram pesquisados casos de pessoas com algum tipo de deficiência física nos membros superiores, no caso amputadas, que já tocassem ou desejassem tocar um instrumento de cordas violão ou guitarra, como era a postura dessas pessoas ao tocarem o violão e as soluções que foram criadas para realizarem essa tarefa.

Foram observados diferentes usuários e na sua grande maioria homens, de diferentes classes sociais e também de várias faixas de idade, alguns com mais acesso a recursos tecnológicos e profissionais como terapeutas e outros que improvisaram soluções por falta de informação ou condições financeiras.

Figura 31: Músicos que são deficientes físicos e tocam violão.



Fonte: o autor (2018).

U3 - A prática com o instrumento

Faz-se importante deixar claro que para a prática de um instrumento como o violão existem técnicas de execução e estudos como da pesquisadora sugerem a prática de uma postura correta, tanto para homens quanto para mulheres, que também estão conectados com fatores ergonômicos e antropométricos.

Análise da Postura

A postura adotada no violão moderno, no séc. XIX, tem como princípio a colocação do violão sobre a perna esquerda que fica erguida sobre um apoio. Pujol descreve esse apoio que para ser estável deve possuir de 15 a 17 cm de altura na parte anterior, e de 12 a 14 cm na parte posterior (figura 33), contudo tais medidas podem ser modificadas de acordo com a compleição do praticante.

Figura 32: Posturas corretas ao se empunhar um violão.

Figura 7 - Postura para homens segundo Parkening

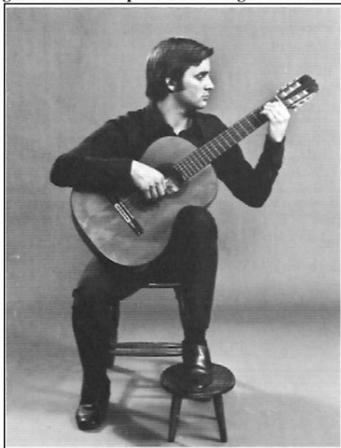
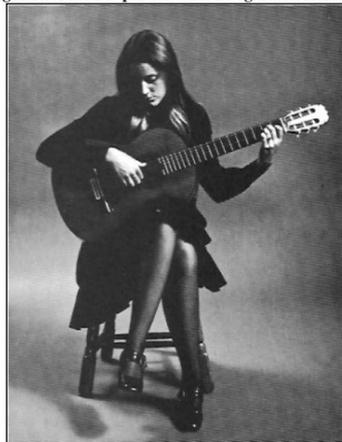


Figura 8- Postura para mulheres segundo Parkening



Fonte: PUJOL, 1956, p. 36

Análise do Instrumento – Ergonomia do instrumento

Com o desenvolvimento da construção do violão, as implementações desenvolvidas e aprimoradas pelo luthier Antônio Torres Jurado (1817-1892), - entre as quais podemos destacar a padronização da escala em 650mm, e o aumento da caixa de ressonância resultando mais

volume e projeção, novos contornos, etc. (HERRERA, 2001, p. 2127) - e as variações técnicas impulsionadas por essas mudanças, nenhuma das posturas anteriores à descrita por Pujol se consolidaram ao longo história do instrumento, e o apoio do violão na perna esquerda sobre o banquinho se tornou a postura “clássica” do violão erudito (figura 6). Para as mulheres, adotou-se uma postura do violão sobre a perna esquerda cruzada sobre a direita, no caso dos destros, e que acabou sendo usada por praticantes do violão popular.

Figura 33: Possível postura com o banquinho na perna esquerda.



Sobre a técnica de execução do violão é importante observar que as correções na postura com o violão partiram da necessidade de cada indivíduo, não havendo qualquer imposição de técnica, mas sempre preconizando o menor gasto energético e buscando-se posturas de menor sobrecarga, sem o comprometimento da performance musical. (ELIAS, 2003, p.65)

Fonte: Edílson Eulálio, Técnica violonística, p. 25.

Através desta pesquisa ficou evidente que os problemas relacionados à postura na prática interpretativa violonística tornou-se uma preocupação em todos os níveis, sejam eles diletantes, estudantes ou profissionais.

U4- MÃOS - Manejo, Prensão e Pinça

Manejo

Forma particular de controle em que há predomínio da palma das mãos e dedos, pegando, prendendo, ou manipulando alguma coisa.

Graças a grande mobilidade dos dedos e ao dedo polegar trabalhando em oposição, pode-se conseguir uma variedade de manejos, com variação de força, precisão e velocidade.

Manejo fino e manejo grosseiro

Figura 34: Os dois tipos básicos de manejo.



Fonte: IIDA, Itiro (2005).

Figura 35: Descrição - Manejo fino e manejo grosso.

Relacionado ao Uso	
Manejo Fino	Manejo Grosseiro
Executado com a ponta dos dedos	Executado com a palma da mão, punho e antebraço.
Tarefas que exigem grande precisão e velocidade	Maior uso de força, velocidade e precisão menores.
Colocar linha na agulha, escrever com lápis	Serrar, martelar.

Figura: o autor (2019).

Foi observado que para um músico que toca violão, a forma de se tocar com a mão que dá o ritmo e fere as cordas se dá de três maneiras:

- Por dedilhado, usando-se os dedos de forma alternada
- Com ritmos cadenciados, batendo-se todos os dedos sobre as cordas sem auxílio de nenhum objeto;
- Com ritmos cadenciados ferindo as cordas com uma palheta, que é segura pelo polegar e o indicador.

Como o objetivo deste projeto é de se criar um dispositivo ao violonista que segure ou pince uma palheta e por isso será feita uma breve consideração a mão e os principais tipos de preensão.

Para Kapandji (2013) a mão do homem é uma ferramenta maravilhosa capaz de realizar inúmeras ações graças a sua função essencial: a preensão.

Preensão - Ato de segurar, agarrar, pegar objetos de tamanhos e formas diferentes. A função básica da mão consiste na preensão, de forma correta, dos vários objetos nas atividades vida diária (higiene, alimentação e vestuário) e atividades de vida prática (brincar, lazer, escola/trabalho).

Padrões de preensão

Segundo Kapandji as preensões, ou pinças, propriamente ditas são classificadas em três grupos: as preensões digitais, apreensões palmares e as preensões centrais. Essas preensões não existem a participação da gravidade. As preensões ou pinças digitais são divididas em dois grupos: as pinças bi digitais (objeto do nosso estudo) e as pinças pluri digitais. Ao observarmos um violonista executar o toque ao violão com uma palheta, podemos citar dois tipos de pinças bi digitais possíveis:

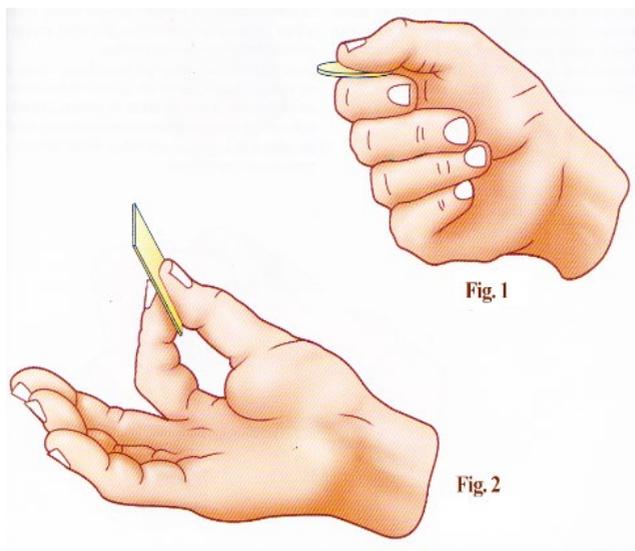
Pinça por oposição subterminal ou polpa-polpa (fig. 1)

Esta pinça permite segurar objetos relativamente maiores: um lápis ou uma folha de papel. Um teste de eficácia de preensão polpa-polpa consiste em tentar puxar uma folha de papel firmemente segura entre o polegar e o indicador.

A pinça por oposição subtérmino-terminal ou polpa-lateral (fig.2)

É como quando se segura uma moeda.

Figura 36: Pinça por oposição subterminal ou polpa-polpa (fig. 1). A pinça por oposição subtérmino-terminal ou polpa-lateral (fig.2).



Fonte KAPANDJII, Adalbert I.

C CONTEXTO

Figura 37: Bloco Contexto de Uso.



CONTEXTO DE USO

C

Uso de técnicas/ferramentas/métodos

C1 - Pesquisa on line: Vivência de amputados - observação de casos
C2 - Visita e observação Centro de Reabilitação de Amputados

Fonte: o autor (2019).

Foi observado durante a pesquisa, diferentes comportamentos e ambientes onde se encontravam os músicos com deficiências física, além

de diferentes níveis de execução do instrumento, podendo-se citar alguns como:

- **Escola de música – músico amador / aprendiz**

Figura 38: Estudante de violão com prótese caseira feita pelo seu professor.



Fonte: Reprodução

Estudante de violão do sexo feminino, aproximadamente 18 anos, auxiliada por prótese de PVC e velcros, criada pelo próprio professor de violão. Não havia nenhum mobiliário especial ou suporte visível para descansar a prótese no caso de algum intervalo.

- **Estúdio de gravação - músico profissional de banda**

Figura 39: Músico profissional usa prótese mecânica para fixar palheta e tocar violão.



Fonte: Youtube.

Músico profissional de banda inglesa, faixa de 30 anos, usando uma prótese mecânica regulável em forma de gancho com suporte no ombro e com uso de soquete para troca de função da prótese. No vídeo o

musica usava uma prótese em forma de gancho duplo de forma a segura a palheta, com a palheta amarrada na ponta. Não havia nenhum suporte ou mesa por perto que demonstrasse que ele tiraria a prótese ali.

- **Quarto – estudante de música / aprendiz**

Figura 40: Estudante de violão com prótese caseira de PVC e moldada no fogão.



Fonte: https://www.youtube.com/watch?v=_y_IGMLLO1Q.

Após acidente onde teve o braço amputado, esse homem resolveu aprender a tocar violão e criou seu próprio dispositivo, um dedal gigante feito com um pedaço de cano PVC, que envolve o coto. Na ocasião do vídeo, menciona a dificuldade na confecção da peça e da adaptação. A peça é retirada e colocada com facilidade por se tratar de um anel simples.

- **Rua – Show em lugar público - Músico amador**

Figura 41: Músico de rua com sua “prótese de garrafa plástica”.



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=wTMn8peYcB8>

Músico amador de uns 60 anos faz show em lugar público, sem prótese, tocando com uma garrafa acoplada ao coto. Alcance da peça insuficiente gerando má postura.

- **Associação - músico amador**

Figura 42: Músico amador improvisa prótese com fita colante e plástico.



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=NIYqVBSDtbE>

Neste vídeo foi observado um rapaz de aproximadamente 30 anos tentando tocar violão com um pedaço de plástico a simular uma palheta grande, fixada em seu coto com fita adesiva.

- **Casa**

Figura 43: Estudante de música com sua prótese criada por dois designers chilenos.

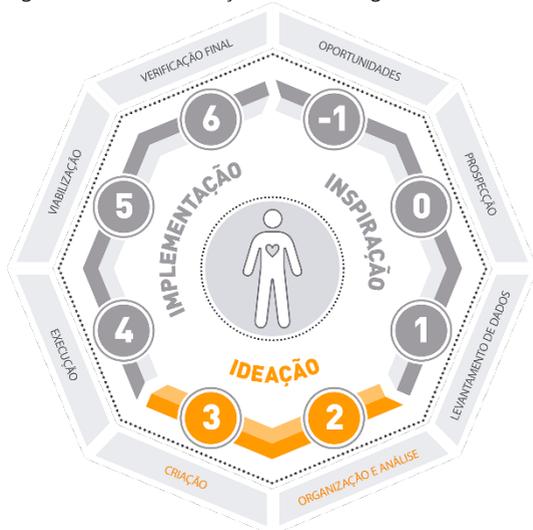


Fonte: https://www.youtube.com/watch?v=OyZo_02PXtQ

Jovem utiliza prótese ergonômica, criada sobre medida e feita por impressora 3D. A prótese tem um formato espiral que facilita a fixação e também a retirada da peça. A palheta fica presa por duas peças que simulam uma prensão de pinça.

3.2 Momento Ideação (Etapas 2/3)

Figura 44: Momento Ideação da Metodologia GODP.



Fonte: Merino (2016).

2 Etapa (2) **ORGANIZAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS**

Na etapa de Organização e Análise de dados (2), organizou-se as informações pesquisadas a respeito de cada Bloco de Informação (Produto, Usuário e Contexto de Uso) por meio de Painéis Semânticos e Mapas mentais. Em seguida, a partir dos dados levantados, gerou-se os requisitos que nortearão o projeto.

Figura 45: Etapa Organização e Análise de dados.

2

Etapa de Organização e Análise

- Mapas mentais.
- Painéis semânticos - Produto, Usuário e Contexto de Uso.
- Requisitos de projeto.

Fonte: o autor (2019).

MAPA MENTAL USUÁRIO

Figura 46: Mapa mental após observação dos casos encontrados e do tipo de solução para cada usuário observado.

Músico amador de rua	<p>Usa uma garrafa plástica adaptada com uma palheta para tocar o violão. A amputação é o que dificulta a postura para acertar as cordas.</p>
Aluna de escola de música - 1	<p>Usa uma prótese criada pelo professor com canos de PVC, espuma e velcros. Proporciona uma boa postura e ataque as cordas. Possui muitos velcros para fixação. Não é possível tirar e colocar facilmente. Articulado no cotovelo.</p>
Aluno de escola de música - 2	<p>Usa uma prótese criada sob medida por um designer, através da impressão 3D. Fácil colocação e manuseio. Peça portátil e leve. Base fechada. Possui peças articuladas.</p>
Músico amador em casa	<p>Usa uma prótese caseira feita com PVC e moldada no calor para servir no coto. Não proporciona o alcance necessário. É de fácil manuseio e colocação. Pequena.</p>
Músico Profissional	<p>Usa o uma prótese do tipo mecânica com acionamento por cabos que abrem e fecham uma pinça em formato de gancho, na ponta da prótese. Acabamento em metal e couro. Fixação com tiras no tórax, ombro e braço. Ergonomica porem difícil de por e tirar.</p>

Fonte: O autor (2019)

Foram observados diferentes casos de criação de dispositivos que auxiliassem o músico profissional ou amador a tocar seu instrumento, violão ou guitarra. Para cada caso observa-se que além da própria especificidade sobre o tipo de amputação ou má formação de membro, as soluções se dão basicamente em um nível caseiro ou de baixo custo sem conhecimento prévio.

Trata-se mais de boa vontade dos próprios alunos ou de pessoas próximas. As soluções que são de um nível mais profissional, ou foram criadas por designer de produto com soluções acessíveis e baratas (3D) ou foram soluções criadas se adaptando próteses já existentes no mercado, como foi o caso do músico com a prótese mecânica.

MAPA MENTAL PRODUTO

Após a observação de dispositivos encontrados durante os levantamentos de dados, criou-se um quadro com um mapa mental sobre os mesmos:

Figura 47: Mapa mental dos tipos de objetos e próteses usados pelos usuários amputados ou congênitos que tocam violão.

Caseiro	Profissional Não Designer	Designer
Feito sem medidas	Materiais melhores	Estudo Ergonômico
Feridas de Uso	Fixação intuitiva	Estudo antropométrico
Fixação precária	Conforto médio	Postura correta
Material inadequado	Baixo custo	Uso de materiais melhores
Suporte curto para braço	Não ergonômico (alcance)	Conforto
Peça não ergonômica	Sem fixador da palheta	Baixo custo
Sem fixador da palheta	Má postura	Fixador da palheta
Desconforto	Fixação provisória	Impressora 3D
Má postura		Customizado

Fonte: O autor (2019)

Inicialmente o que se encontrou para próteses ou órteses que auxiliassem na prática de se tocar um violão, que dessem suporte para uma palheta ou fossem a própria palheta, foram adaptações ou tentativas a partir de esforços pessoais ou de outros profissionais como terapeutas e

professores de música por exemplo, de se criar algo que auxiliasse na prática de um instrumento musical de cordas.

Contudo, o que se percebe é que sem os conhecimentos básicos da ergonomia, antropometria e biomecânica, o resultado das tentativas resolve apenas uma parte do problema, a execução. Sem as medidas e proporções corretas, tais tentativas levam a uma má postura, o que futuramente pode gerar outros tipos de problema, como dores nas costas, fadiga muscular, câimbras e problemas por esforço repetitivo. Além do mais, existe um ponto muito importante que é o conforto e o uso dos materiais corretos para isso, é um fator a se levar em conta.

Baseado nisso, o painel semântico a seguir, descreve algumas das características que o produto deve possuir:

• Painel Semântico

Figura 48: Painel Semântico do Produto.



Fonte: O autor (2019)

A fim de garantir sua eficácia e eficiência, o produto deve possuir alguns conceitos como: ser portátil, impresso em 3D Printer, simples, ergonômico, confortável e resistente.

Figura 49: Painel Semântico do Usuário.

USUÁRIO



Fonte: O autor (2019)

Indivíduos de ambos os sexos, sem limite de idade, com algum tipo de limitação física nos membros superiores, congênita ou não, que já praticam ou desejam iniciar na prática musical, mas especificamente tocar um instrumento de corda, nesse caso, o violão. Os que já tocam violão, geralmente usam adaptações improvisadas para executar a prática com o instrumento, mas há também aqueles que possuem próteses customizadas e profissionais.

Figura 50: Painel Semântico do Contexto

CONTEXTO

Fonte: O autor (2019)

O produto poderá ser utilizado em vários locais e ocasiões. Desde a sala de aula numa escola de música, em casa no quarto sozinho ou numa reunião informal de amigos. Poderá ser usado também por profissionais que tocam em vários lugares como: festas, igrejas, ambientes comerciais e mesmo na rua.

• Requisitos de Projeto

Com base nas pesquisas e análises, definiram-se os requisitos que o produto final deverá ter para atender às necessidades do usuário. Os requisitos gerados foram divididos de acordo com os três Blocos de Referência: Produto, Usuário e Contexto de Uso e encontram-se listados abaixo.

Produto

- Peça única;
- Base universal, homem e mulher;
- Fixação regulável;
- Base confortável/anatômica para fixação no coto;
- Material leve para fácil transporte e manuseio;
- Material de fácil limpeza e manutenção;
- Pinça para fixação da palheta;
- Sem pontas;
- Portátil;
- Bag para transporte.

Usuário

- Estética agradável: uso de cores de acordo com o perfil do usuário, formas orgânicas;
- Possibilitar que a prótese possa ser levada em uma mochila;
- Ser leve;
- Permitir o ajuste do alcance e angulação da palheta;
- Criar encaixes fáceis de serem manipulados;
- Deverá ser colocado e tirado sem ajuda de terceiros;
- Se fixar por velcros, que seja um sistema único.

Contexto de uso

- Gancho/suporte para apoio ou descanso;
- Impermeável;
- Bag ou estojo para transporte e segurança;

3 Etapa (3) CRIAÇÃO

Na Etapa de Criação (3), deu-se início a geração de alternativas. Dentre elas, as melhores foram selecionadas de acordo com os requisitos de projeto, para posteriormente serem materializadas por meio de impressão 3D. Antes de começar os desenhos, aplicou-se uma técnica criativa, o Brainstorm, representado através de um mapa mental.

Figura 51: Etapa de Criação.

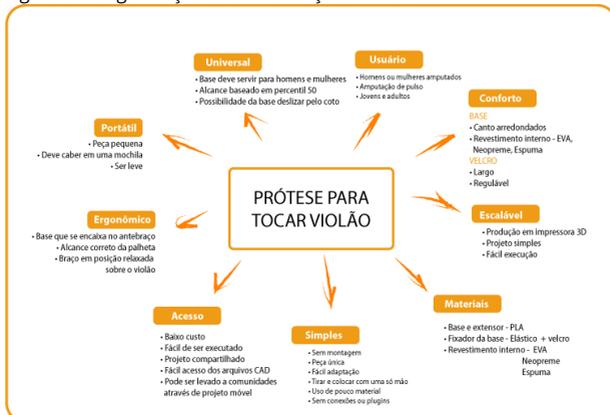


Fonte: O autor (2019).

1. Técnica Criativa

Ao iniciar a geração de alternativas foi utilizada uma técnica criativa, o brainstorm. Por meio desse, foi possível gerar ideias de forma livre, podendo utilizá-las ou não no novo produto. Baseado nos conceitos, foram pensadas soluções para atender cada um deles. Também foram listadas características estéticas e os materiais que poderiam ser utilizados no projeto. O resultado foi organizado por meio de um mapa mental (figura 53), a fim de facilitar sua organização e visualização.

Figura 52: Organização das informações – Brainstorm



Fonte: o autor (2019)

O foco central desse projeto é o desenvolvimento de uma prótese não articulada para um usuário que deseja tocar violão. Esse usuário é amputado e possui a limitação de manipular tudo com uma só mão e o coto. Um dos pilares desse projeto desde o início foi a concepção de um produto ergonômico e acessível, além de outras características importantes. A seguir uma breve explicação sobre estes conceitos:

Quanto ao conceito acessível, buscou-se produzir uma prótese com a tecnologia 3D Print, justamente pelo baixíssimo custo e fácil acesso em laboratórios de universidades públicas, FabLabs, ONGs, etc. Buscou-se também uma peça em um programa CAD, que não fosse complexa e de fácil execução e que poderia ser compartilhada em grupos, comunidades e meios digitais.

O conceito simples dialoga diretamente com o conceito acessível uma vez que para que se tenha viabilidade e agilidade numa produção dessa, é necessário encurtar e facilitar os processos. Para isso foi pensado em uma peça sem encaixes, molas ou articulações – uma peça única. Esse conceito remete ainda a fácil utilização da peça, uma vez que o amputado só dispõe de uma das mãos para manipular a prótese.

Quanto ao conceito de materiais visaram-se os acessórios que o produto poderia ter ou as peças sobressalentes que o formariam, como o velcro e elástico que formariam o conjunto fixador do bracelete / base da prótese, o forro de EVA ou Neoprene que forraria o bracelete e pôr fim a própria palheta que se encaixaria na ponta fixadora. Também se pensou na higiene e buscou-se materiais que facilitassem a limpeza.

No conceito ergonomia, buscou-se artigos que demonstrassem a postura correta para se tocar o violão de forma confortável e natural e sendo assim, todo o processo de criação foi baseado nas distâncias antropométricas, sendo usada a tabela americana HUMAN SCALES como referências para as medidas de homens e mulheres adultos. Optou-se na ocasião pelo percentil 50 de um homem jovem. Ouve a preocupação também com o sistema tridimensional onde se observa distância x altura x alcance da palheta em relação ao pulso e que pode ser visto no template/guia digital para sketches.

Juntamente como o conceito ergonomia pensou-se no conceito conforto, tanto na parte estrutural ao incluir no bracelete curvas que se adequassem à anatomia do antebraço quanto no material que forraria a peça. A peça teria então cantos arredondados que não incomodariam o usuário e ao mesmo tempo gerariam segurança por conta disso.

O conceito universal surgiu quando o usuário da oportunidade não pode caminhar junto ao projeto e então optou-se por criar uma peça para

homens e mulheres, baseado no percentil citado acima e suas medidas antropométricas. Apesar de não possibilitar o encaixe tão perfeito no coto como se esse tivesse sido feito sob medida, o levantamento das medidas na tabela HUMAN SCALES mostrou que a diferença não era significativa e um simples ajuste do bracelete/base da prótese no antebraço, deslizando-a para cima ou para baixo, compensaria essa diferença.

Quanto à estética, optou-se pela utilização de uma cor neutra e pela forma mais orgânica, havendo a possibilidade de o usuário mesmo customizar sua peça com seu nome ou detalhes pessoais.

Por fim, relacionado ao transporte, a principal característica é que fosse uma peça portátil, que pudesse ser levada em uma bag ou mochila sem tomar espaço e assim poder acompanhar o usuário pra onde ele fosse, praia ou campo, escola ou casa.

2. Geração de Alternativas

Com base nos requisitos de projeto, nos conceitos e no brainstorm, deu-se início ao desenvolvimento de alternativas de prótese não articulada para tocar violão. A criação foi pensada em um produto composto por quatro partes principais:

- base para o antebraço
- fixação da base (velcro)
- extensor
- fixador da palheta

Nesta etapa foram gerados sketches em um primeiro momento pensando na forma e base do produto e também no alcance correto para fixação da palheta e que gerou um primeiro modelo para o produto e em um segundo momento, foram criados desenhos com atenção para a estética.

- **Momento 1**

Figura 53: Momento 1 – primeiros estudos e preocupação com a função.

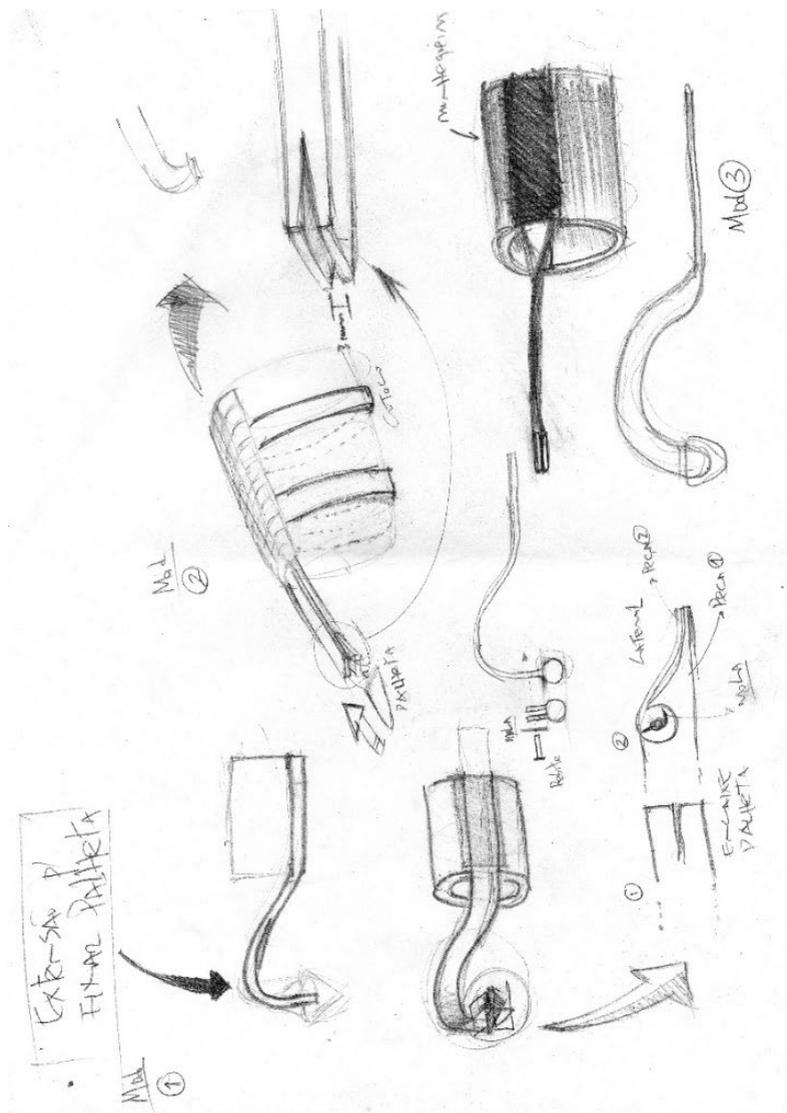
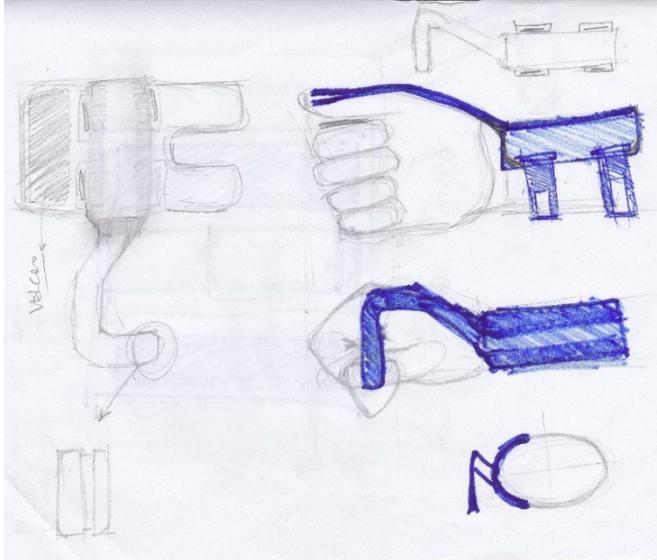
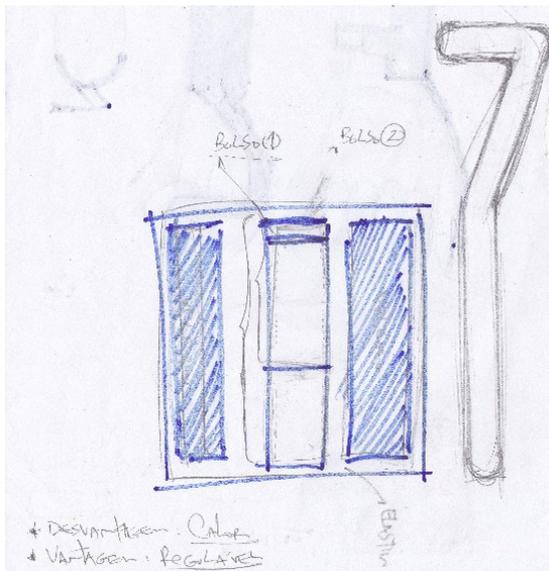


Figura 54: Momento 1 - Um modelo já pensando no alcance e na fixação da palheta.



Fonte: o autor (2019).

Figura 55: Momento 1 - Um modelo com a possibilidade de se variar a distância do extensor através da profundidade de bolsos em um velcro que irá no antebraço.

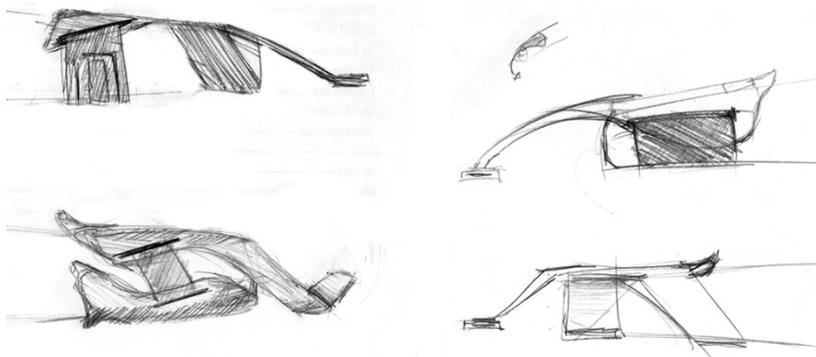


Fonte: o autor (2019).

- **Momento 2**

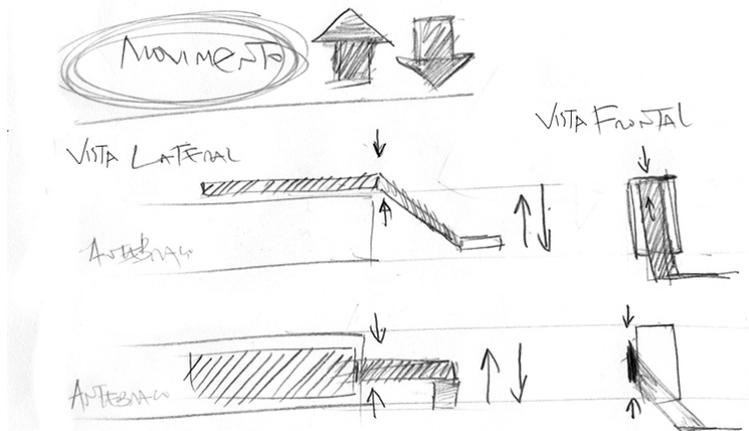
Como ainda se pensava em alguma estética diferenciada, em um segundo momento etapa foram criados uma segunda leva de sketches e agora levando-se em consideração um conceito mais orgânico e alguns desenhos foram pensados com a possibilidade de o material ter alguma flexibilidade.

Figura 56: Momento 2 - estudos com objetivo de desenhar uma peça mais orgânica.



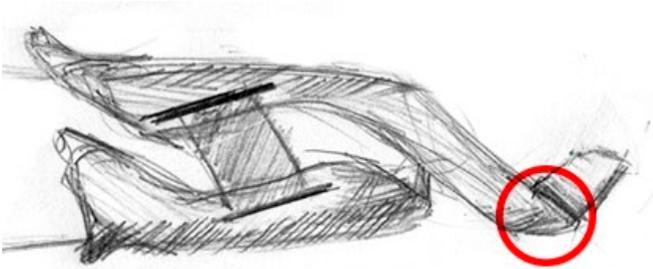
Pode se observar nesta leva de desenhos, algumas considerações sobre algum possível movimento e deslocamento da alça extensora (figura 58) que se deslocaria ao se tocar a palheta sobre as cordas e por esse motivo foi também observado os pontos de tensão (figura 59) sobre o material usado na impressão da peça, conforme pode ser visto nas figuras a seguir:

Figura 57: Esquema de um possível movimento do braço extensor da prótese.



Fonte: o autor (2019).

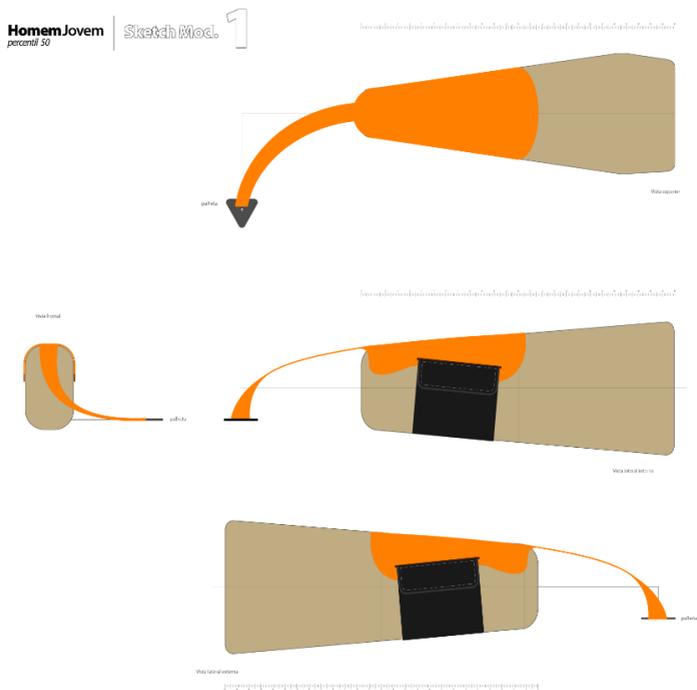
Figura 58: Observação no ponto de tensão em dos modelos desenhados.



Fonte: o autor (2019).

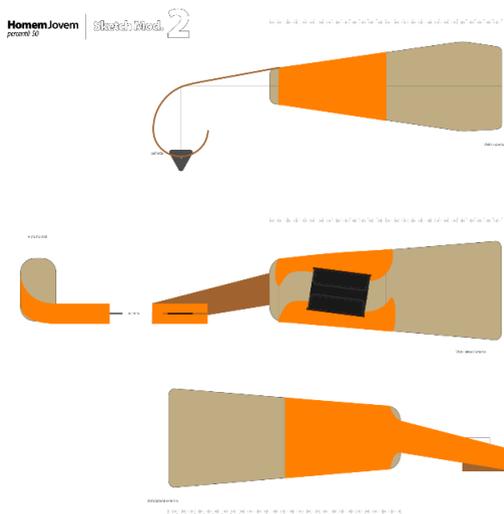
Alguns deste novos sketches foram redesenhados usando-se o gabarito que foi criado baseado nas distâncias entre palheta-violão / palheta-pulso.

Figura 59: Sketch digital 1.



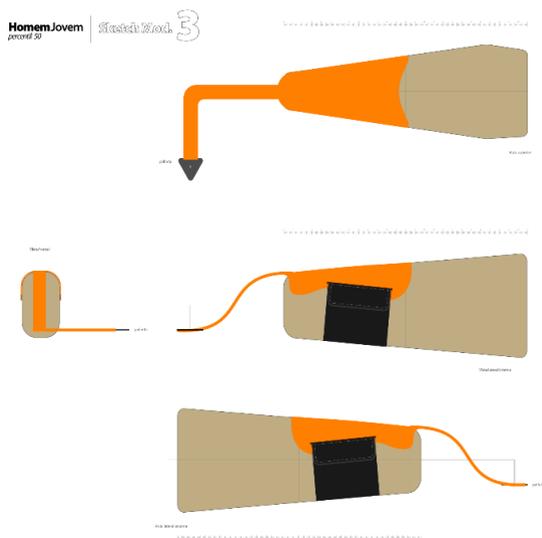
Fonte: o autor (2019).

Figura 60: Sketch digital 2.



Fonte: o autor (2019).

Figura 61: Sketch digital 3.

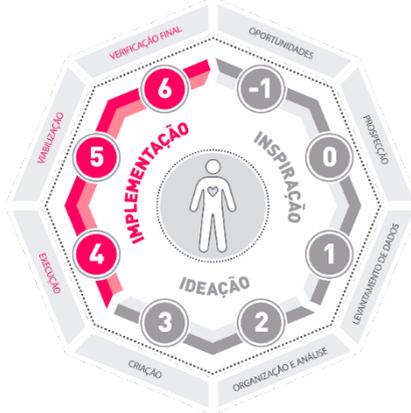


Fonte: o autor (2019).

3.3 Momento Implementação (Etapas 4/5/6)

A Implementação corresponde ao terceiro momento da metodologia GODP, em que as melhores ideias são materializadas e a alternativa final é escolhida. Dela fazem parte as etapas de Execução (4), Viabilização (5) e Verificação Final (6). Neste projeto, não será abordada a etapa de Verificação Final (6), que diz respeito ao acompanhamento e a verificação do produto após sua produção.

Figura 62: Momento Implementação da Metodologia GODP

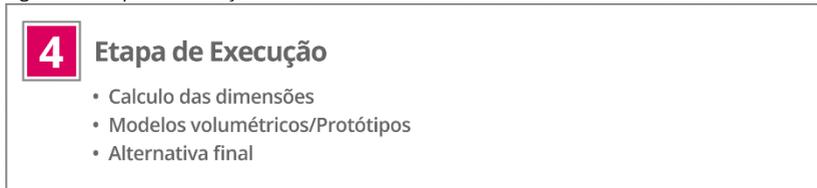


Fonte: o autor (2019).

4 Etapa (4) EXECUÇÃO

Na etapa de Execução (4), as principais alternativas foram materializadas por meio de modelos volumétricos, protótipos em escala e/ou modelados matematicamente para posteriormente elaborar o(s) protótipos funcionais do escolhido, para o teste de usabilidade. Após testes e de acordo com os requisitos de projeto, a alternativa final foi escolhida.

Figura 63: Etapa de Execução.

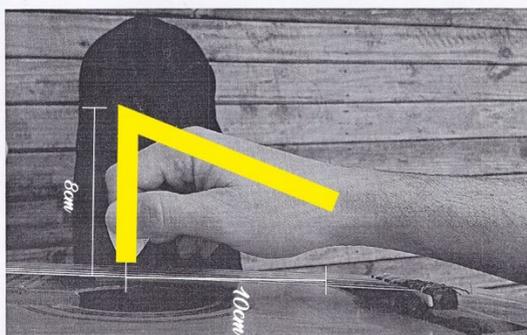


Fonte: o autor (2019).

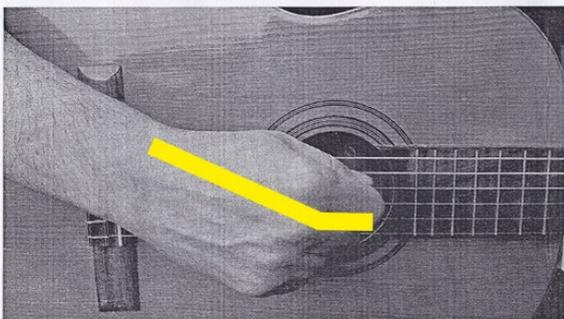
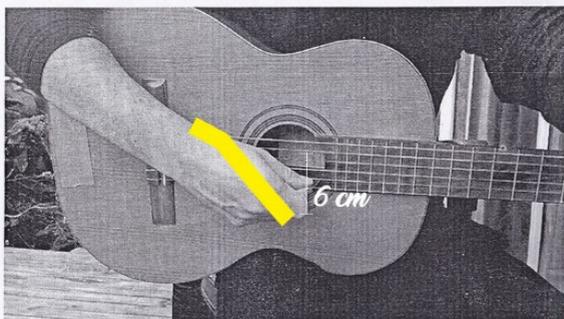
- **Calculando as relações de distância e seus valores**

O primeiro passo foi a geração de imagens/fotos que simulassem o movimento de tocar o violão, para que, após uma avaliação e análise, ter-se uma base (valores aproximados) de distância palheta-violão e palheta-antebraço.

Figura 64: Levantamento de distâncias referentes a palheta.



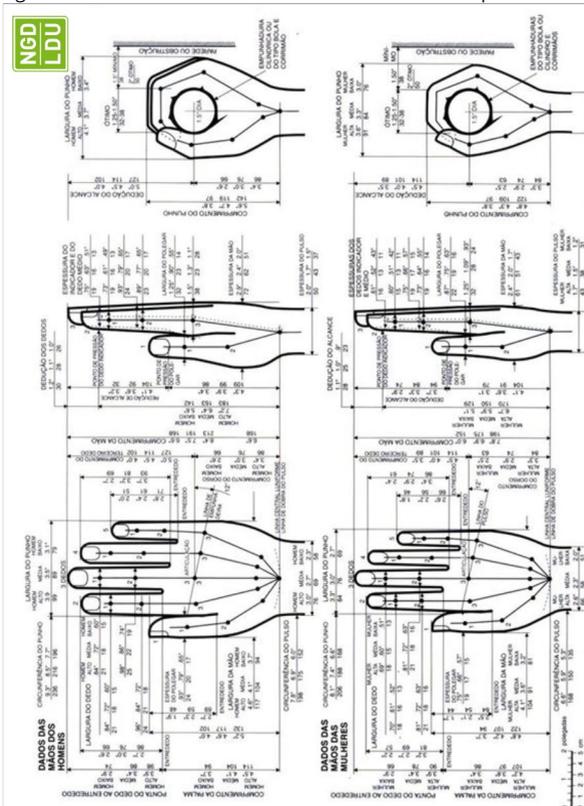
VISTA LATERAL E SUPERIOR



Fonte: o autor (2019).

A seguir foram discutidos como seriam aplicadas as relações antropométricas baseadas no esquema das dimensões das mãos de homens e mulheres para o posicionamento correto da palheta. Como, após este estudo, foi verificada uma pequena diferença final (milímetros) dos percentis 50% masculino e feminino nas dimensões e que esta pequena diferença poderia ser corrigida movendo-se a prótese sobre o coto, ficou decidido o uso do percentil 50% de um homem jovem.

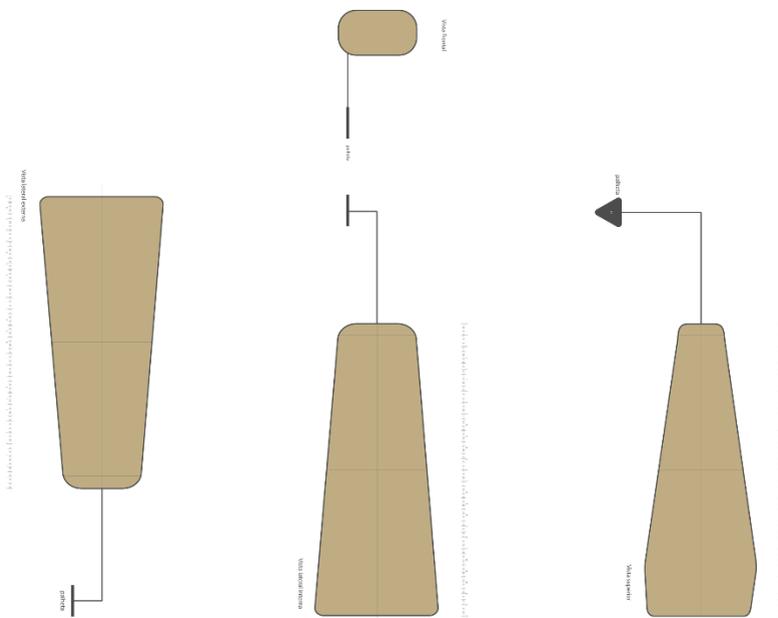
Figura 65: Tabela de valores de referência das medidas para as mãos de homens e mulheres.



Fonte: Ergonomia/ NGD-LDU.

Essa simulação gerou um gabarito com as distâncias colhidas durante esse processo e que serviu de base para redesenhar alguns sketches feitos a mão e depois no formato digital. O gabarito criado no programa Adobe Illustrator e pode ser visto a seguir:

Figura 66: Gabarito com as relações de distância entre a palheta e o violão.



Fonte: o autor (2019).

• Modelos volumétricos

Baseado nos estudos antropométricos, os valores numéricos e com os primeiros desenhos em mãos, partiu-se para a materialização dos primeiros protótipos da prótese.

A intenção deste primeiro teste foi verificar os alcances e angulações da peça de acordo com a observação que se fez ao executar o toque no violão com uma palheta e ter uma ideia da funcionalidade do produto.

Essa primeira peça (figura xx) foi feita com uma lâmina de foam (isopor prensado) e modelada com soprador térmico, cortada manualmente e as partes foram unidas com cola superciana. Houve nessa etapa necessidade se adicionar uma segunda camada de foam ao braço/extensor para reforçar e diminuir a flexibilidade e movimento.

Figura 67: Protótipo do primeiro modelo da prótese baseado nos sketches.



Fonte: O autor (2019)

A partir de daí foram feitos testes para avaliar a funcionalidade da peça e chegou-se à necessidade de um sistema melhor de fixação da palheta, que a princípio seria apenas fixada em uma abertura na ponta da extensão da prótese como mostra a figura abaixo.

Figura 68: Funcionamento do sistema para fixação da palheta.



Fonte: O autor (2019)

Após alguns testes com um segundo protótipo do mesmo modelo apenas essa fixação da palheta na ponta da prótese mostrou-se insuficiente para impedir o movimento da mesma ao se ferir as cordas do violão. Fez-se então necessário a criação um sistema que imobilizasse a palheta e para isso foi levado em consideração o objetivo do projeto que era criar uma peça simples e funcional, sem encaixes ou peças avulsas, conforme os requisitos do projeto.

Uma solução possível e discutida no projeto, foi a de recriar o sistema de prensão do dedo indicador e polegar ao segurar uma palheta com um sistema de molas que exerceria uma pressão sobre a palheta. Porém, isso implicaria em um

sistema articulado e com várias outras peças o que demandaria mais tempo e tornaria o projeto muito mais complexo.

Houve a necessidade então de criar um sistema que fosse de fácil acesso e manipulação da palheta ao colocá-la e retirá-la e que, continuasse dentro dos requisitos.

Após alguma pesquisa e observação de alguns tipos de sistemas para fixação de objetos, criou-se uma pinça horizontal na extremidade da prótese que trabalhando junto com a fenda para fixação da palheta, se mostrou eficiente para o propósito.

Figura 69: Sistema para fixação da palheta através de uma pinça horizontal.



Fonte: O autor (2019)

Figura 70: Evolução do primeiro modelo e da ponteira de fixação da palheta.



Fonte: o autor (2019).

A esta altura do projeto então, havia se materializado uma possível solução baseada nos conceitos iniciais e que, com a confecção de um velcro para fixação do bracelete no coto, estaria pronta.

Figura 71: A evolução do primeiro modelo.

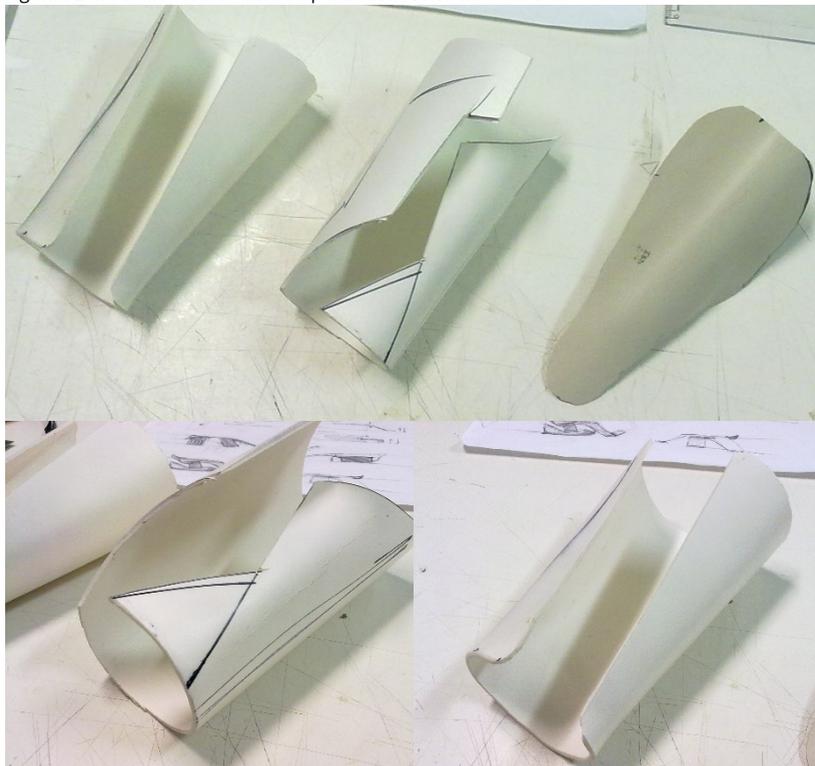


Fonte: O autor (2019).

• Momento 2

Apesar de se ter chegado há uma solução em um primeiro momento, foi dada sequência na materialização de mais algumas ideias e modelos. Foram exploradas outras formas para o bracelete e para o braço extensor, buscando formas mais curvas e orgânicas (figuras xx e xx) conforme o momento 2 dos sketches.

Figura 72: Início dos testes em PVC para novos formatos dos braceletes.



Fonte: O autor (2019).

Nesta etapa foram cortados manualmente com a retífica dremel, canos e lâminas de PVC e logo após moldados com soprador térmico. Nestes testes foi possível perceber o nível de rigidez do PVC e uma certa dificuldade para moldá-lo até acertar alguns detalhes das formas.

Os testes continuaram e na sequência, conforme orientação, foram construídos e materializados os modelos completos (figura xx) daquilo que se havia desenhado no Momento 2 dos sketches.

Figura 73: Início dos testes em PVC para novos formatos dos braceletes.

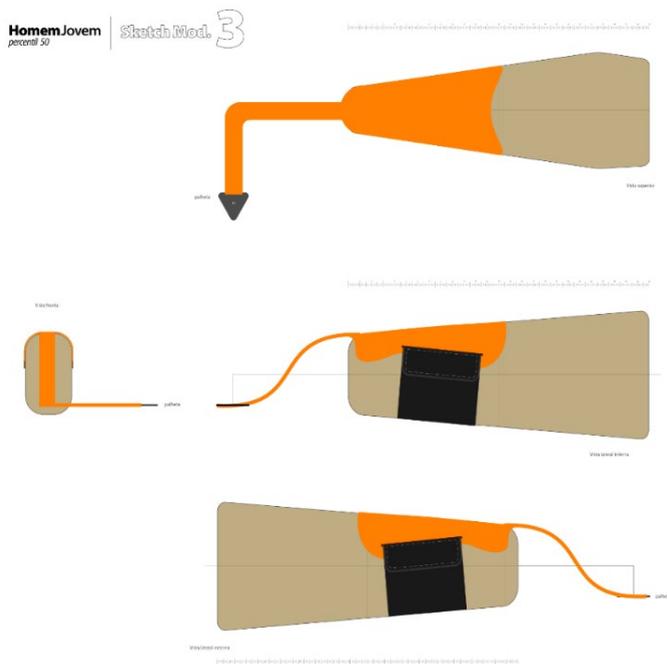


Fonte: O autor (2019).

Após a construção dos modelos volumétricos mais orgânicos, foi feita uma reunião com o responsável técnico pela impressora 3D e, consultado sobre as possibilidades de impressão das novas peças, sugeriu que voltássemos ao primeiro modelo, pois as peças orgânicas teriam uma montagem complexa para impressão, levariam muito tempo de impressora além de haver a necessidade de se imprimir em partes, o que não funcionaria para este projeto.

- **Alternativa final**

Figura 74: Alternativa final escolhida para ser materializada.



Fonte: O autor (2019).

5 Etapa (5) **VIABILIZAÇÃO**

Na etapa de Viabilização (5) são criados protótipos para testar o produto em situação real com o usuário, a fim de verificar fatores ergonômicos e estéticos. Nesse projeto, foram iniciadas a produção de modelos volumétricos para a posterior criação de um protótipo funcional para teste com o usuário. Devido ao afastamento do usuário por motivos de saúde, não foi possível fazê-lo até a finalização desse PCC, deixando essa parte da etapa de Viabilização mais conceitual.

Essa etapa terá seus tópicos melhores explicados por meio do Memorial Descritivo.

4. MEMORIAL DESCRITIVO

No Memorial Descritivo estão relatadas as características do novo produto, bem como, seu processo produtivo.

4.1 Conceito

A prótese LEVE foi criada com o intuito de permitir que uma pessoa amputada de uma das mãos consiga executar a tarefa de tocar um violão na postura e posição corretas. Foi criada pensando em seu baixo custo e fácil acesso objetivando a inclusão social.

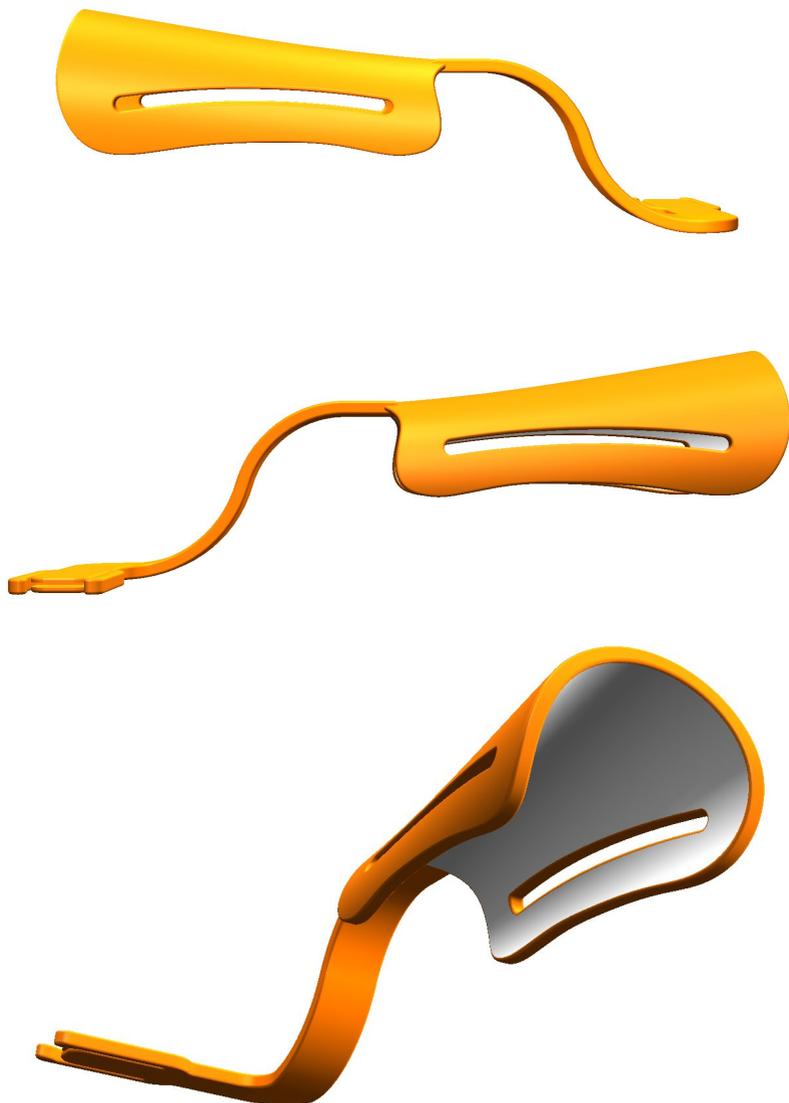
Seu formato exclusivo, a simplicidade da peça, peso e tamanho foram pensados para que o usuário a pudesse levar para onde fosse de maneira fácil – praia, escola, parque, viagem – e poder tocar seu violão em qualquer lugar que desejar. O nome escolhido – LEVE, aborda uma característica física, traz uma característica de quem se envolve com a música e seus benefícios e ainda faz um apelo para que você leve com você o produto para onde você for, que experimente.

Figura 75: Prótese para tocar violão LEVE.



Fonte: O autor (2019).

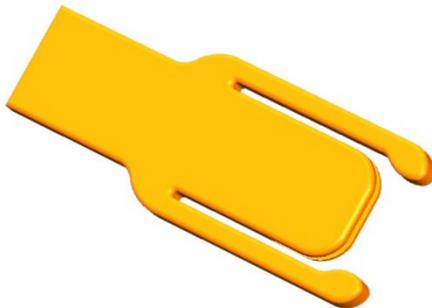
Figura 76: Outras vistas da prótese LEVE.



Fonte: O autor (2019).

Sua ponta fixadora diferenciada, com formato de uma pinça horizontal, fixa a palheta de forma satisfatória, aumentando a resistência da palheta ao se tocar as cordas do violão.

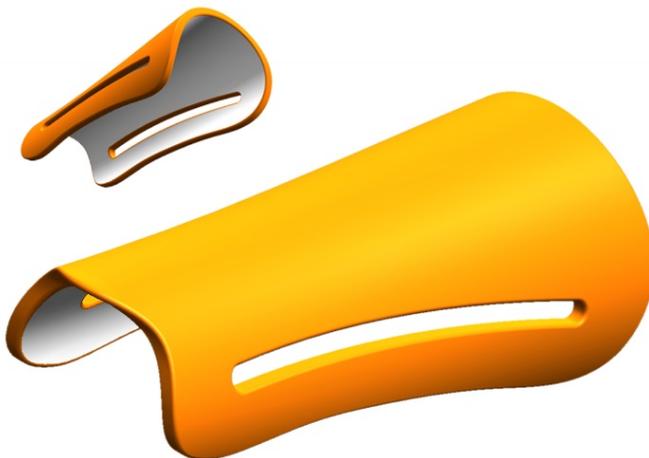
Figura 77: Fixador para palheta da prótese LEVE.



Fonte: O autor (2019).

O bracelete que serve de apoio para o braço é ergonômico e as suas aberturas foram recortadas sem quinas ou pontas vivas, projetados para diminuir os desconfortos do uso diário, utilizando materiais adequados e fáceis de limpar. Possui ainda aberturas para encaixo do velcro de fixação no coto e é forrado por uma camada de EVA que aumenta o conforto, facilitando a limpeza e higienização.

Figura 78: Bracelete da prótese LEVE.



Fonte: O autor (2019).

O modelo final para o extensor – parte fundamental no sistema da prótese de simular o posicionamento tridimensional da palheta no espaço - representou além de uma solução ergonômica, baseada nas medidas antropométricas, também uma solução técnica, ao se tornar uma possibilidade possível e real de fabricação na impressora 3D.

Figura 79: Peças para impressões finais 3D.



Fonte: O autor (2019).

Sobre a estética, como não houve a presença do usuário final, ficou a critério do designer a aplicação de cor ou não na peça para a apresentação deste projeto, não estabelecendo isso um padrão a ser usado futuramente. Por se tratar de um projeto de impressão 3D existem ainda muitas maneiras de se customizar a peça explorando cores, texturas, aplicação de logos e símbolos.

4.2 Fator de Uso

Simulações

- Antropometria

Foram consultados previamente no começo dos estudos e novamente agora na parte de criação dos protótipos finais, as dimensões das mãos de homens e mulheres afim de aprimorar e justificar as dimensões da peça final. As medidas foram pensadas de forma a fazer a

palheta, com o uso da prótese, tocar as cordas com a palheta, no lugar e altura corretos.

Figura 80: Teste de ergonomia sem fixação.



Figura 81: Teste de ergonomia com fixação da prótese por elástico e velcro.



Fonte: O autor (2019).

- Ergonomia do extensor

Baseado na simulação inicial de se tocar o violão, o extensor foi pensando de forma a conseguir levar a palheta a tocar as cordas do violão na posição correta, que é em frente a boca do instrumento.

Figura 82: Ergonomia física do extensor.



Fonte: O autor (2019).

- Ergonomia do bracelete

A prótese para tocar violão foi pensada de forma a ser confortável para o usuário e a construção do bracelete que se apoia no antebraço na sua forma mais simples, foi construído em um formato onde a prótese pode ser rapidamente vestida ou retirada, com forro de material de fácil limpeza e higiene, foi construída com base nos percentis de homens e mulheres adultos e sendo assim, uma peça universal.

Essa parte da prótese é fixada no antebraço com um velcro único e largo, facilitando para o usuário que só possui uma mão para esse trabalho, evitando assim a ajuda de terceiros. Esse mesmo velcro foi pensado para não ser fixo na peça e pode ser retirado para higienização e lavagem de maneira rápida e fácil.

Figura 83: Ergonomia e fixação do bracelete ao coto através de elástico e velcro.

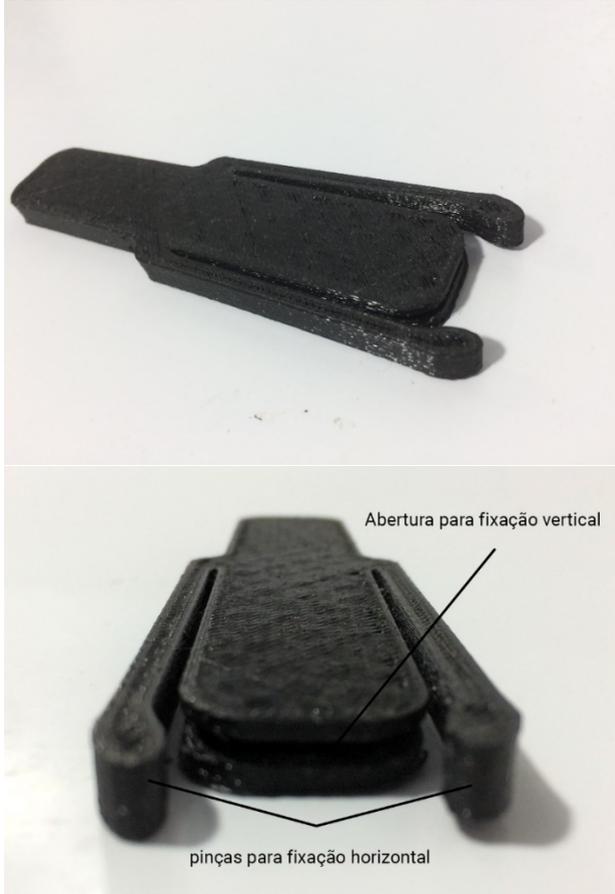


Fonte: O autor (2019).

- Ergonomia do fixador da palheta

Pensado para ser a razão principal desse projeto, o sistema que segura a palheta na ponta do braço extensor, precisou garantir estabilidade e uma fixação rígida para evitar que durante a execução do toque nas cordas do violão, sem a palheta corresse o risco de sair da posição correta. Para isso foi pensado um sistema de fixação de duas partes - inserção da palheta no braço extensor que fixa a palheta verticalmente mais o par de pinças laterais para a fixação horizontal, dispensando assim, articulações, molas, etc., que poderiam fazer esta função.

Figura 84: Fixador da palheta impresso separadamente para teste de função.



Fonte: O autor (2019).

4.3 Fator Estrutural e Funcional

- Princípio Funcional de Uso

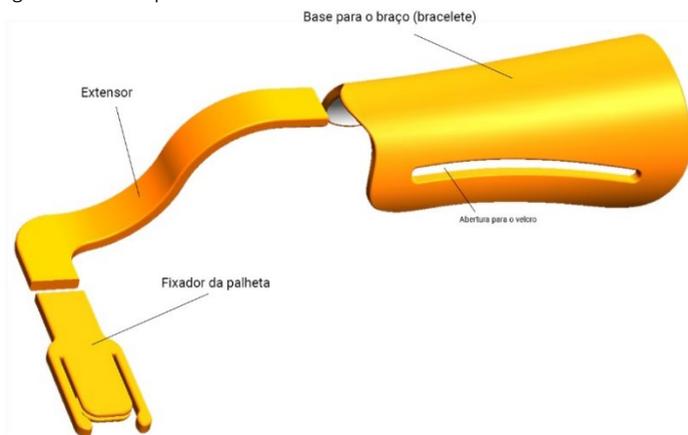
A prótese para tocar violão em questão é utilizado sobre o antebraço do usuário, destro ou canhoto, sendo fixado por um velcro que envolve todo o coto. Sua função principal é auxiliar o usuário a tocar um violão e dispõe para isso de um sistema fixador de palheta na extremidade da prótese, que sai do antebraço, permitindo assim, que a usuário possa tocar o violão na posição correta, de forma confortável e sem comprometer a sua postura.

- Componentes

Corpo da prótese - Por se tratar de um projeto de baixo custo e acessível, alguns requisitos levaram à criação de uma peça única, sem articulações. O objetivo era que fosse facilmente manipulada, simples e pudesse ser portátil.

Porém ao analisar a possibilidade e a necessidade de se alterar as dimensões da peça pensando em diferentes tipos de usuários uma vez que é um projeto universal, para a construção e execução no programa CAD essa peça única foi dividida em três partes: bracelete, extensor e fixador da palheta. Essas peças após serem manipuladas e adequadas, foram unidas em uma peça só e impressas dessa forma.

Figura 85: Vista explodida LEVE.



Fonte: O autor (2019).

Elástico com velcro – Usado para ficar a prótese no antebraço, foi escolhido um elástico largo, resistente e que pudesse garantir uma ótima fixação no coto e antebraço. Nas extremidades deste elástico, foram costurados velcros para fixação na peça e que seriam facilmente removidos, podendo assim o elástico poder ser lavado e higienizado. A medida do velcro aberto é um retângulo de 23 x 10 cm.

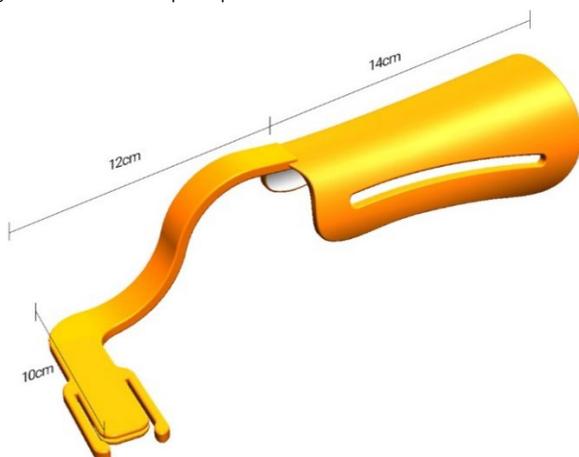
Figura 86: Peças para impressões finais 3D.



- Dimensões

As dimensões do novo produto foram baseadas nas medidas de um homem adulto percentil 50, uma vez que conforme relatado, podem ser alteradas conforme perfil do usuário e a captação de suas medidas. Na figura abaixo, a medida total do dispositivo foi calculada levando em contas as medidas tiradas na simulação com o violão na etapa da criação.

Figura 87: Dimensões principais LEVE.



Fonte: O autor (2019).

4.4 Fator Técnico – Construtivo

- Materiais

Para a escolha dos materiais, levou-se em consideração primeiramente os que já eram utilizados em produtos similares. Em seguida, buscou-se materiais que fossem menos agressivos possíveis a usuária, higiênicos (fáceis de limpar) e que intensificassem o conforto durante o uso do produto.

- PLA

O Filamento Plástico PLA (Poliácido Lático) é um material totalmente biodegradável, produzido a partir de fontes naturais como milho e cana de açúcar. No processo de impressão 3D é o que apresenta o melhor resultado de impressão para peças de maior porte, além de respeitar melhor o dimensional da peça. É um plástico fácil de utilizar, e por isso é ideal para quem está começando a imprimir em 3D. Não emite qualquer odor ou gás no processo de extrusão.

- Fibra de Carbono (sugestão)

A fibra de carbono é um material que também poderá ser usado para este tipo de produto, gerando um ganho de resistência. Esta é uma fibra artificial que é obtida através do aquecimento e da fusão de fibras de polímero em condições específicas que variam de 1100 °C até 1500 °C. Assim, elas se compõem de mais de 90% de carbono e continuam macias. Quando tratadas em temperaturas mais elevadas, de 2500 °C a 3000 °C, tornam-se fibras de alto desempenho. Entre suas características estão grande resistência à tração (KULA; TERNAUX, 2012).

- EVA

Em português, é a sigla de *acetato-vinilo de etileno* que deriva do inglês: *Ethylene Vinyl Acetate*, ou etileno acetato de vinila. Essa espuma sintética é produzida a partir de seu copolímero termoplástico. De custo acessível é muito usada para artesanato, produtos infantis, material escolar e para a confecção de esteiras para absorção de impactos na prática de artes marciais e esportes. Recentemente o EVA tem ganhado usos mais diversos, por exemplo como solado para tênis.

Trata-se de um material bastante flexível, apropriado para diversas finalidades, como na produção de sandálias entre outros. (Whelan, Tony, 1994. Polymer Technology Dictionary)

- NEOPRENE

O Neoprene é a combinação de uma fatia de borracha expandida sob alta pressão e temperatura, revestida de tecido dos dois lados ou de apenas um. Suas principais características são: flexibilidade, elasticidade, resistência e proteção térmica. Existem ainda, produtos similares como o Neolátex ou Isoflex que além de ser competitivo em preço, é leve e confortável.

Aplicação:

O Neoprene e seus similares são utilizados nos mais diversos mercados, desde a confecção de brindes, acessórios, e com uma gama quase que interminável de aplicações.

A moda hoje também conta em suas coleções, com produtos utilizando essa matéria-prima. Na confecção das roupas, bolsas, calçados e colares em neoprene.

Curiosidades:

O Neoprene, marca registrada da DuPont, desenvolvido pelos pesquisadores Arnold Collins e Wallace Carothers e introduzido no mercado mundial por volta de 1931, sob o nome de "DuPrene". Basicamente é conseguido através da polimerização em emulsão aquosa entre o butadieno e o gás clorídrico, algumas vezes com modificadores e estabilizadores da estrutura polimérica.

A alta performance técnica do neoprene logo apresentou larga aceitação em muitas aplicações por sua versatilidade. Ele oferece artigos vulcanizados com propriedades técnicas excelentes, como elevada tensão de ruptura e rasgamento, alto alongamento, ótima resiliência, grande resistência à abrasão, e baixa deformação permanente à compressão, somando ainda, ótimas características de resistência à óleos, solventes, oxigênio, ozônio, intempéries e boa resistência à flamabilidade, sendo ainda hoje um dos tipos de elastômeros de alta performance mais utilizados mundialmente.

Na utilização em roupas para esportes aquáticos a grande vantagem é a proteção térmica. Sua utilização na confecção de roupas de mergulho foi iniciada no começo da década de 1950, quando Hugh Bradner, que na época trabalhava para a Marinha dos Estados Unidos teve a idéia de que uma fina camada de água aprisionada poderia funcionar

como um isolante. Dentre os vários materiais testados por ele estava o neoprene. (Sistema de Gestão da Qualidade – Mormaii)

- **Desenho Técnico**

O desenho técnico correspondente às peças da prótese não articulada para tocar violão desenvolvido, encontram-se no Apêndice B.

4.5 Fator Estético – Simbólico

Como se trata de uma prótese universal, a prótese não articulada para tocar violão teve sua estética pensada principalmente na função e na parte técnica da impressão, que foi decisiva na etapa final 3D.

Ao invés de se fazer algo muito orgânico e com elementos extremamente curvos e torcidos, sua estrutura é contínua e com curvas suaves, buscando trazer leveza e não gerar estranhamento a quem a usará. A peça final foi impressão em uma cor básica – preta – passando por um processo de acabamento para melhorar a aparência e a cor escolhida para a peça final foi uma cor alegre, já que a intenção desse produto é levar alegria, ser inclusivo e descontraído não sendo de qualquer forma obrigatória neste projeto. Também foi utilizado o forro do bracelete de EVA Branco, para se destacar da cor da prótese e do preto do velcro, criando um contraste.

4.6 Fatores Sociais

A prótese não articulada para tocar violão foi desenvolvida com a finalidade única de trazer a oportunidade de uma pessoa com deficiência física, no caso a amputação ou mutilação de umas das mãos, se reintegrar à sociedade, se sentir incluído e ter autonomia para poder tocar um instrumento musical.

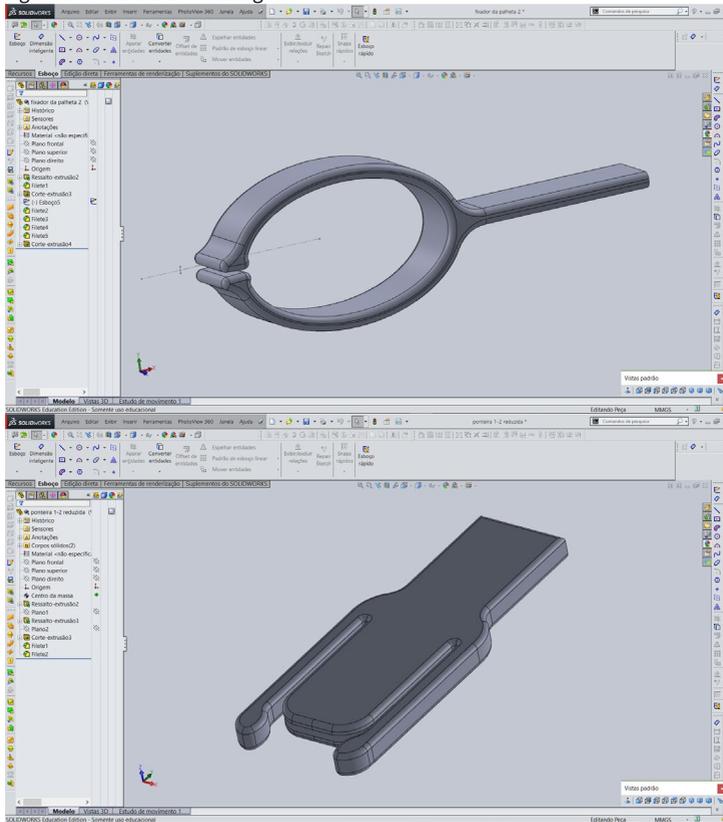
Este é um projeto social e foi concebido com base na Ergonomia e na Tecnologia assistiva, cujas aplicações são utilizadas para gerar bem-estar ao ser humano, melhorar a performance dos sistemas e aplicadas para minimizar os problemas encontrados pelos indivíduos com deficiências.

4.7 Modelo em escala 100%

- Primeiros Testes

O modelo foi elaborado por meio da impressão 3D após a modelagem no software SolidWorks (figura 89). Antes da versão final, testes da ponta fixadora da palheta foram impressos separadamente na escala 100% (figura 90), passando por refinamentos e melhorias a fim de determinar suas dimensões ideais e a estética mais adequada.

Figura 88 : Primeiras modelagens.



Fonte: O autor (2019).

Figura 89: Primeiras impressões 3D.

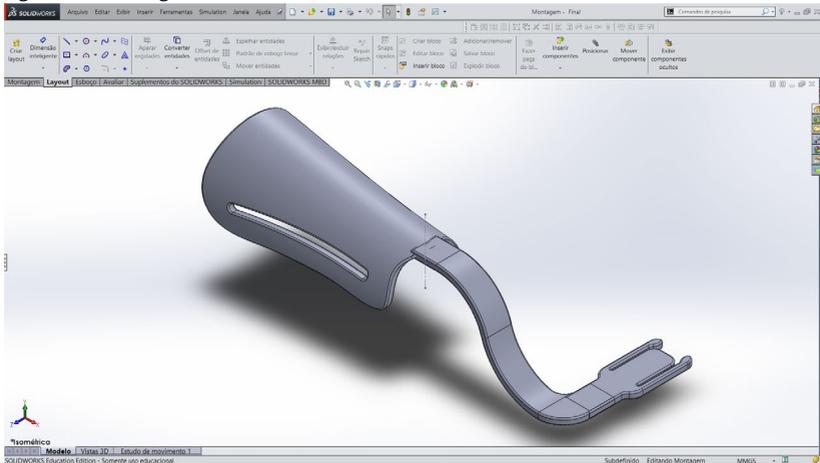


Fonte: O autor (2019).

- Modelo final

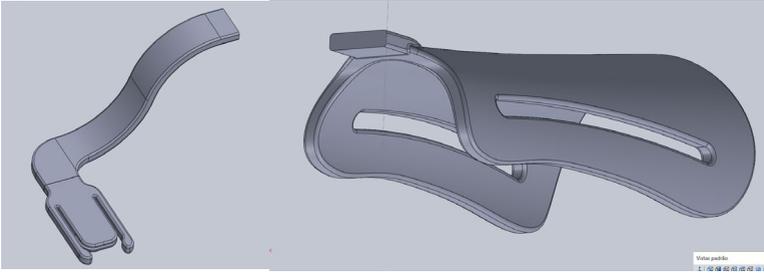
Com a conclusão da modelagem final (figura 90), as três partes foram fundidas em uma peça só e o próximo passo foi a impressão na impressora 3D.

Figura 90: Modelagem do modelo final.



Como haviam outros trabalhos na fila de impressão do laboratório e o prazo estava se encerrando, foi decidido fazer a impressão em duas partes (extensor + fixador e bracelete) para acelerar o processo e assim foi feito.

Figura 91: Peças para impressões finais 3D.



Fonte: O autor (2019).

Depois de impressas, as duas partes foram unidas por resina epóxi, diluída com catalisador de secagem rápida (figura xx). Foram também adquiridos os materiais para finalização do protótipo(figuraxx)

Figura 92: Peças unidas e coladas com resina epóxi.



Fonte: O autor (2019).

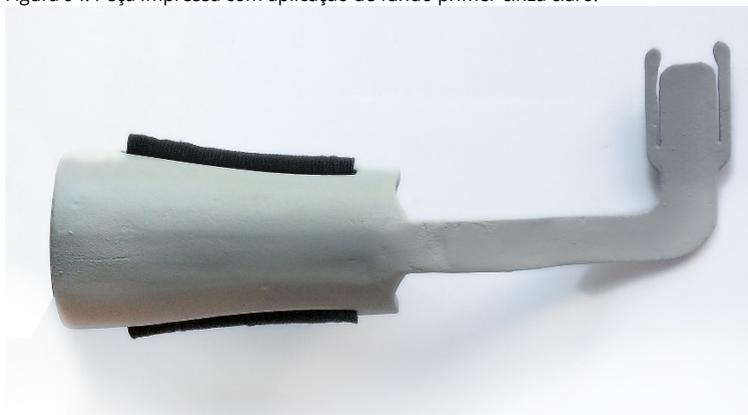
Figura 93: Material para finalização do protótipo – tinta spray esmalte, primer cinza, massa golflex, EVA, cola cian.



Fonte: O autor (2019).

A peça única agora, foi então lixada e recebeu duas camadas de pasta para modelagem (figura 71), sendo lixadas novamente após a aplicação de cada camada e pintada com um fundo cinza claro.

Figura 94: Peça impressa com aplicação de fundo primer cinza claro.



Fonte: O autor (2019).

Finalmente, as peças foram pintadas com tintas spray com cor escolhida pelo designer (não obrigatórias no projeto). Foi colado então o EVA na parte interna do bracelete, acertado pequenos detalhes e por último colocado o elástico com velcro.

Figura 95: Montagem final pintada.



Fonte: O autor (2019).

5 CONCLUSÃO

A ideia deste projeto surgiu do conhecimento adquirido durante os cinco anos da graduação e do desejo de construir um produto que fosse ao encontro da necessidade de uma pessoa ou de uma sociedade e fizesse diferença na vida dos mesmos.

Ao participar e desenvolver um produto no projeto P25 do curso de Design UFSC, tive contato com a metodologia GODP e às ferramentas do Núcleo de Gestão de Design e Laboratório de Design e Usabilidade (NGD/LDU), que seriam chave fundamental para o desenvolvimento deste trabalho final. Esse projeto permitiu o desenvolvimento de um produto único e escalável, totalmente direcionado usuários com limitações físicas.

As mãos e as suas funções são uma parte tão vital e demonstrativa do corpo e da personalidade, que a deficiência ou incapacidade tem sérias implicações para o bem-estar emocional e o desempenho de tarefas ocupacionais. Portanto, o objetivo do projeto foi desenvolver uma prótese não articulada para uma pessoa amputada tocar violão, permitindo a realização de uma tarefa que antes era impossível e através da música, a inclusão e bem-estar deste usuário.

Ao longo do projeto, foram feitas pesquisas sobre vários aspectos deste tipo de produto e produtos relacionados e obtiveram-se informações importantes a respeito do produto que seria desenvolvido, dos usuários envolvido e do contexto de uso. Essas informações foram essenciais para geração dos requisitos de projeto e dos conceitos, que foram a base para a geração de alternativas. Apesar da não presença de um usuário ativo no projeto, os estudos ergonômicos, antropométricos e biomecânicos, permitiram a criação de uma peça baseada em dados científicos e a percepção de características relevantes.

Como resultado, foi desenvolvida uma prótese não articulada para membro superior, a LEVE, criada e pensada especificamente para uma função - tocar um violão. Foi pensada e concebida com uma estética básica e limpa, orgânica e leve, baseado nas medidas antropométricas de um usuário jovem, homem, percentil 50. Esse foi, portanto, um projeto centrado no usuário, visão abordada na metodologia GODP, que tem o ser humano no centro como conceito base.

Ficou claro portanto, a importância dessa coexistência entre Design de Produto e a Tecnologia Assistiva, pilares para a realização deste projeto. O uso de uma metodologia específica, ferramentas, técnicas e

métodos, além de pesquisas, permitiram o desenvolvimento de um novo produto para usuários que desejam tocar um violão e são amputados ou limitados por nascença, promovendo sua autonomia, bem-estar e permitindo que eles possam executar esta tarefa.

A ideia que foi plantada aqui é apenas o início de um processo que pode ser melhorado, adaptado e utilizado para outras áreas. A possibilidade de uma pessoa limitada ou deficiente tocar um instrumento musical é algo incrível e rompe com as barreiras da sociedade.

O desejo do autor é que este projeto desperte o interesse de outros designers para essa linha de trabalho e estudos, que se mostrou vasta e cheia de grandes desafios. Façamos deste um mundo mais digno e melhor.

REFERÊNCIAS

MERINO, Giselle Schmidt Alves Díaz. GODP – Guia de Orientação para Desenvolvimento de Projetos: Uma metodologia de Design Centrado no Usuário. Florianópolis: Ngd/Ufsc, 2016. Disponível em: <www.ngd.ufsc.br>. Acesso em: 15 Agosto, 2018.

MERINO, Giselle S. A. D.; PICHLER, Rosimeri Franck; MERINO, Eugenio A. D.. Contribuições do Design na promoção da autonomia em um Hospital Psiquiátrico de Santa Catarina - 13º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, Univille, Joinville (SC). Novembro, 2018.

CENSO DEMOGRÁFICO 2010. Características gerais da população, religião e pessoas com deficiência. Rio de Janeiro: IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Acesso em: 12 de ago. 2018. https://servicodados.ibge.gov.br/Download/Download.ashx?http=1&u=biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/744/cd_2010_religiao_deficiencia.pdf

Center for Applied Special Technology (CAST). (2002). Meeting diverse learner needs through universal design for learning. Disponível em: <<http://www.cast.org/udl/MeetingDiverseLearnerNeeds2519.cfm>> Acesso em: 14 de julho 2019

Betsy J. Case, Ph.D. Universal Design. June 2003 (Revision 1, December 2003) Copyright © 2008 by Pearson Education, Inc. or its affiliate(s). All rights reserved.

Center for Universal Design. (1997). What is universal design? North Carolina State University. Disponível em: <http://www.design.ncsu.edu:8120/cud/univ_design/princ_overview.htm> Acesso em: 14 de julho, 2019.

GALVÃO FILHO, T. A. A Tecnologia Assistiva: de que se trata? In: MACHADO, G. J. C.; SOBRAL, M. N. (Orgs.). Conexões: educação, comunicação, inclusão e interculturalidade. 1 ed. Porto Alegre: Redes Editora, p. 207-235, 2009.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. (Org.). Inovação em Tecnologia Assistiva. Disponível em:

http://www.finep.gov.br/pagina.asp?pag=programas_tecnologia%20assistiva Acesso em: 18 de agosto de 2018.

IIDA, Itiro; GUIMARÃES, Lia Buarque de Macedo. Ergonomia: projeto e produção. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2016.

CARVALHO, José André. Órteses: um recurso terapêutico complementar. 2. ed, São Paulo: Manole, 2013.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO (MCTI). Descrição Tecnologia Assistiva. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/307898/Descricao.html>> Acesso em: 15 de agosto de 2018.

KAPANDJII, Adalbert I. O que é biomecânica. Barueri: Manole, 2013.

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL (INPI). Busca de Patentes. Disponível em: <<http://www.inpi.gov.br/>>. Acesso em: 22 Agosto de 2018.

Edeer, Demet, and Craig W. Martin. 2011. Upper limb prostheses: a review of the literature : with a focus on myoelectric hands. [Richmond, B.C.]: WorkSafeBC, Clinical Services, Worker and Employer Services. <<http://www.deslibris.ca/ID/228576>>

Edeer, Demet, and Craig W. Martin. *Upper Limb Prostheses: A Review of the Literature : with a Focus on Myoelectric Hands*. Richmond, B.C.: WorkSafeBC, Clinical Services, Worker and Employer Services, 2011. Internet resource.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. SECRETARIA DE ATENÇÃO À SAÚDE. Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. Diretrizes de atenção à pessoa amputada / Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. 1. ed. 1. reimp. – Brasília : Ministério da Saúde, 2013.

WILTON, Judith. Principles of Design and Fabrication 2nd Edition : Hand splinting/orthotic fabrication. Published by Vivid Publishing, 2013. <http://www.vividpublishing.com.au/judithwilton/>

Cook e Hussey. Assistive Technologies: Principles and Practices. Mosby – Year Book, Inc., 1995.

BRASILIA -DF. Presidencia da República - Secretaria Especial dos Direitos Humanos - ATA VII REUNIÃO DO COMITÊ DE AJUDAS TÉCNICAS – CAT CORDE / SEDH / PR REALIZADA NOS DIAS 13 E 14 DE DEZEMBRO DE 2007. Disponível em: <http://www.assistiva.com.br/Ata_VII_Reuni%C3%A3o_do_Comite_d_e_Ajudas_T%C3%A9nicas.pdf> Acesso em 10 junho 2019.

ABNT - NBRISO13405-1 de 04/1999; NBRISO13405-2 de 04/1999; NBRISO13405-3 de 04/1999

AUTODESK INC.. O que é impressão 3D? - Métodos comuns de impressão 3D, 2019. Página inicial. Disponível em: <<https://www.autodesk.com.br/solutions/3d-printing>> Acesso em: 05 de Setembro, 2018.

MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL – Procuradoria Geral da República. PRDC/BA ajuíza ação civil pública (número 2006.33.00.011274-1) contra o INSS. Disponível em: <<http://pfdc.pgr.mpf.mp.br/informativos/edicoes-2006/julho/prdc-ba-ajuiza-acao-civil-publica-numero-2006-33-00-011274-1-contr-o-inss>>. Acesso em: 20 de agosto de 2018.

MINISTÉRIO DA SAÚDE - Agência Nacional de Vigilância Sanitária RESOLUÇÃO-RDC Nº 192, DE 28 DE JUNHO DE 2002. Disponível em: http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2002/rdc0192_28_06_2002.html>. Acesso em: 20 agosto de 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA Lei 8213 de 24 de julho de 1991. Disponível em :<http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_185_2001_COMP.pdf/137bc575-8352-4f9a-9afb-e9a5dd1b8eb3> Acesso em: 23 de agosto de 2019.

Center for Applied Special Technology (CAST). (2002). Meeting diverse learner needs through universal design for learning. Disponível em: <<http://www.cast.org/udl/MeetingDiverseLearnerNeeds2519.cfm>> Acesso em: 14 de julho 2019

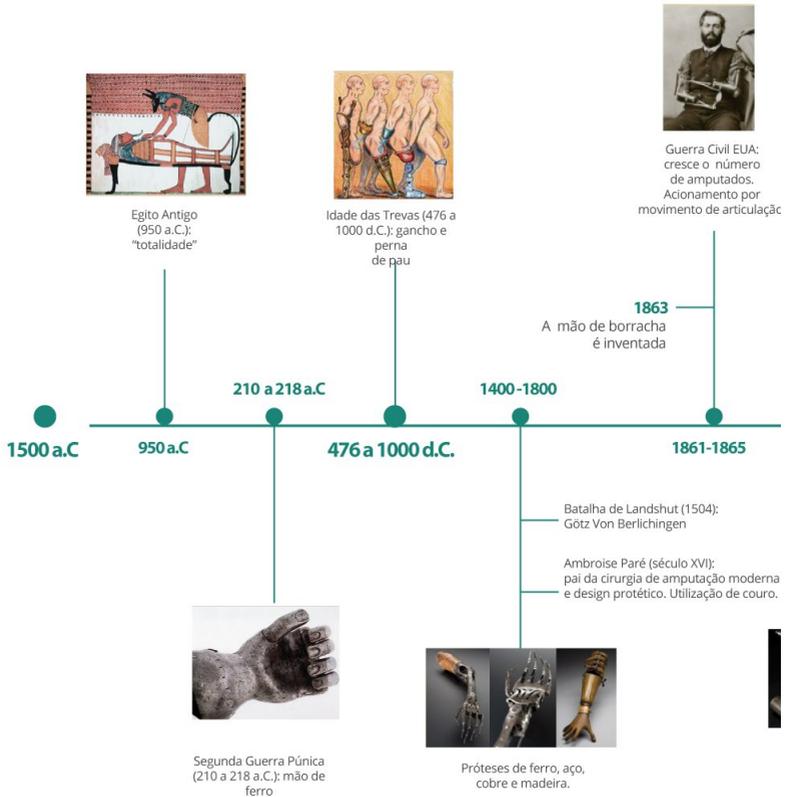
Center for Universal Design. (1997). What is universal design? North Carolina State University. Disponível em: <http://www.design.ncsu.edu:8120/cud/univ_design/princ_overview.htm> Acesso em: 14 de julho, 2019.

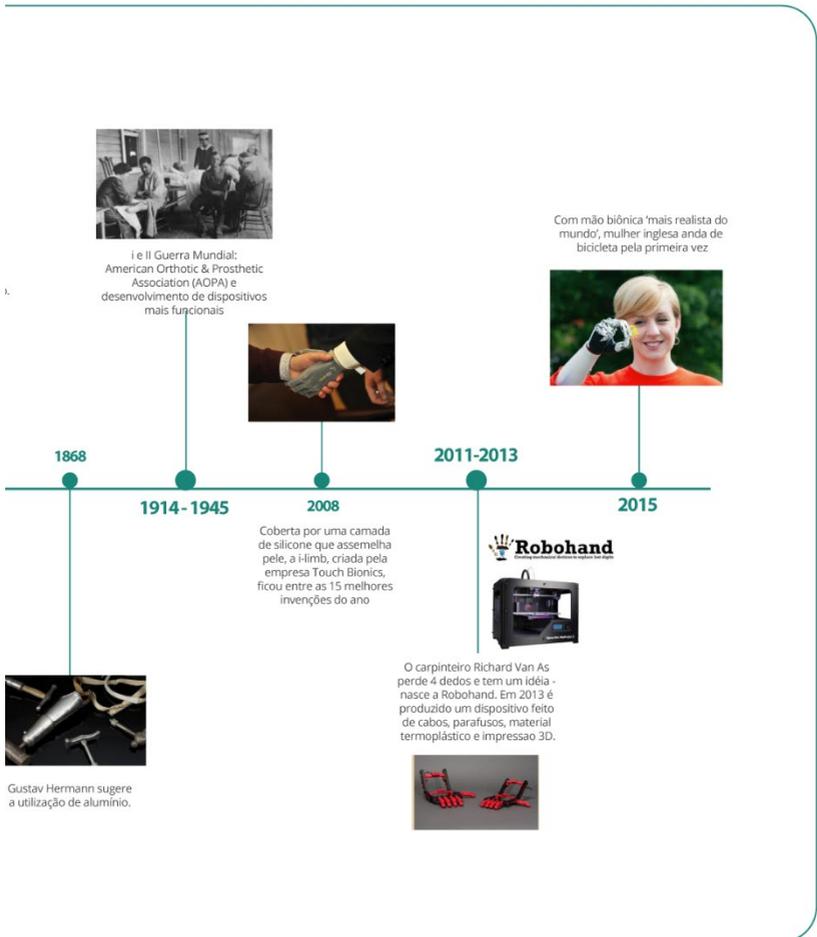
MERINO, Giselle S. A. D.; PICHLER, Rosimeri Franck; MERINO, Eugenio A. D.. Contribuições do Design na promoção da autonomia em um Hospital Psiquiátrico de Santa Catarina. 13º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, Univille, Joinville (SC). Novembro, 2018.

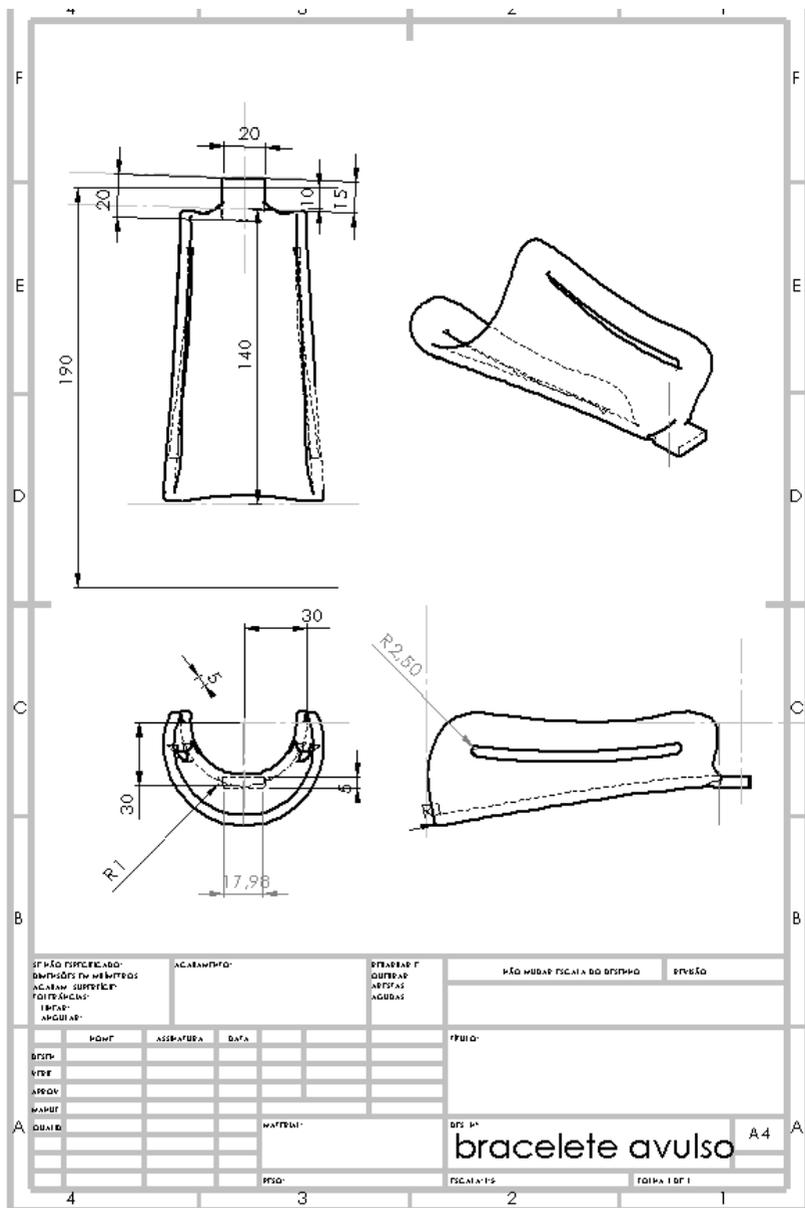
Whelan, Tony (1994). Polymer Technology Dictionary. Espuma vinílica acetinada. Acesso em: 14 de julho, 2019. Disponível em <https://pt.wikipedia.org/wiki/Espuma_vin%C3%ADlica_acetinada>

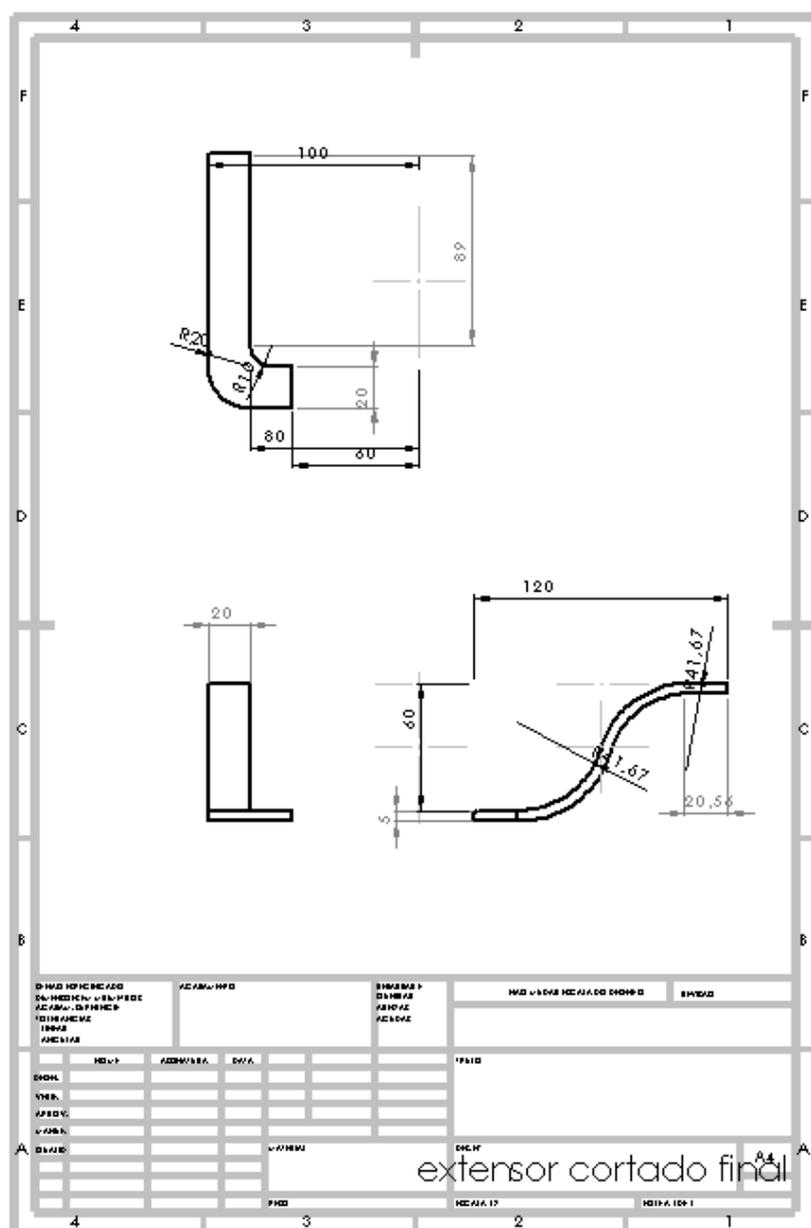
APÊNDICE A – Análise Diacrônica

análise diacrônica







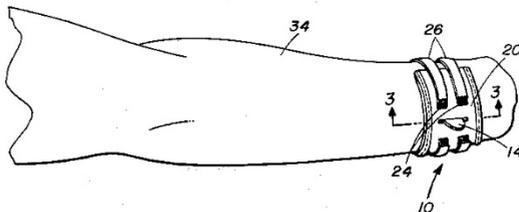


ANEXO A

• Patentes

Figura 73: "PROSTHETIC GUITAR PICK", criado por Evan Patrick Gallagher - 23/11/1976.

United States Patent [19]		[11] 3,992,975
Gallagher		[45] Nov. 23, 1976
<hr/>		
[54] PROSTHETIC GUITAR PICK	FOREIGN PATENTS OR APPLICATIONS	
[76] Inventor: Evan Patrick Gallagher , 509 Rock Glen Road, Baltimore, Md. 21229	17,843	4/1882 Germany 84/322
[22] Filed: Oct. 8, 1975	<i>Primary Examiner</i> —Stephen J. Tomsky	
[21] Appl. No.: 620,848	<i>Attorney, Agent, or Firm</i> —Walter G. Finch	
[52] U.S. Cl. 84/322	[57] ABSTRACT	
[51] Int. Cl. ² G10D 3/16	The invention is a plectrum or pick for a guitar or other stringed musical instrument played with a pick.	
[58] Field of Search 84/322, 320, 327, 328	In particular, the invention is a pick and pick holder conformable to the contours of the forearm of a wrist amputee, the invention also providing a method for making the present prosthetic pick structure.	
[56] References Cited	6 Claims, 3 Drawing Figures	
UNITED STATES PATENTS		
408,052 7/1889 Stell. 84/322		



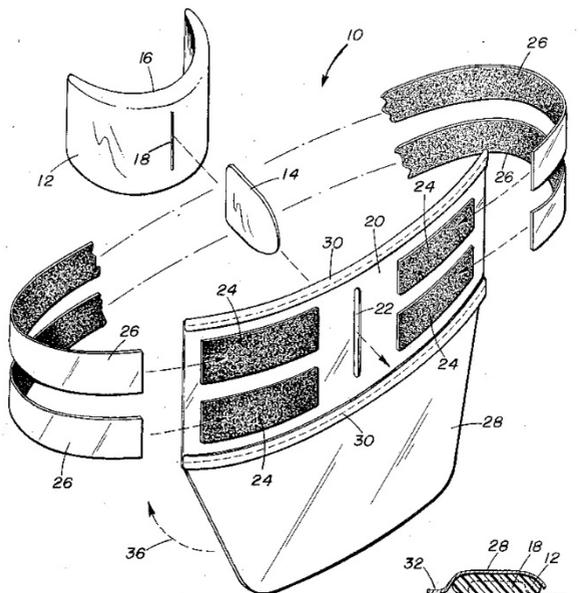


FIG. 1

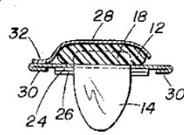


FIG. 3

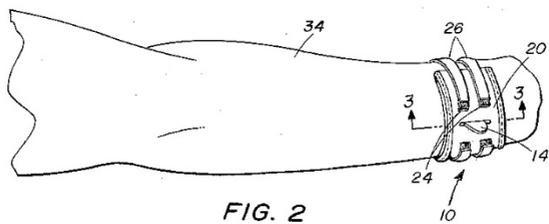


FIG. 2

3

musical instrument to contact the strings and produce ordered, controllable musical sounds.

In the fabrication of the prosthetic article 10, it is possible to make said article so that the surface of the mold 12 which is nearest to the arm 34 will conform exactly to the contours of the particular users' arm over the portion thereof on which the article ten is attached. This advantageous situation is provided by enclosing the mold 12 within the casing 20 as described while the mold 12 is still in a plastic or nonhardened state. The enclosed mold 12 is then positioned on the arm 34 of a user at the location on which the prosthetic article 10 is to be worn. Pressure applied to the mold 12 through the covering flap 28 forms the inner surface of the mold 12 into the desired contour. Depending on the physical state of the mold 12, the encapsulated mold can be immediately removed and left to harden or can be strapped to the arm to harden thereon. The article 10 when thus formed conforms to the specific contours of the users' arm and is thereby less subject to slippage when in use and is more comfortable to the user.

It is to be understood that the invention can be practiced other than is described expressly hereinabove without departing from the scope of the invention as defined by the appended claims.

What is claimed is:

- 1. A prosthetic article mounting a pick which is useful for playing stringed musical instruments and the like, the prosthetic article being adapted to at least a portion of the lower extremity of the users' arm, the prosthetic article comprising:
 - mold means rigidly mounting the pick;
 - casing means for holding the mold means; and,

4

strap means adapted to conform to and attach the casing means to the arm of a user of the article, the pick extending outwardly from the casing and mold means and being engageable with and movable relative to the strings of a stringed musical instrument.

2. The prosthetic article of claim 1 wherein the mold means is formed of a shaped mass of hardenable material and the pick is at least partially embedded into one face of the mold means the opposite face of the mold means being shaped to conform to the contours of that portion of a users' arm on which the article is worn.

3. The prosthetic article of claim 2 wherein the casing means encloses the mold means and further has a slot in an outwardly facing portion, at least a portion of the pick extending through the slot and externally of the casing means.

4. The prosthetic article of claim 3 wherein the casing means has a flap portion which folds over the aforesaid opposite face of the mold means to enclose said mold means, the flap portion being adapted to contact the surface of the arm of a user of the article and to conform along with the opposite face of the mold means to the aforesaid contours of the user's arm.

5. The prosthetic article of claim 1 wherein the strap means comprise fastener means attached to the casing means and at least one strap member adapted to extend about the arm of a user of the article and to fasten to the fastener means, thereby to attach the article to the arm of the user.

6. The prosthetic article of claim 5 wherein the fastener means and strap member have fabric hook-like material on mating portions thereof to provide quick attachment and removal of the article.

* * * * *

40

45

50

55

60

65

Figura 73: "PICK FOR PLUCKING STRINGED MUSICAL INSTRUMENTS", criado por John A. Kautson - 28/06/1994.



US005323677A

United States Patent [19] [11] **Patent Number:** **5,323,677**

Knutson [45] **Date of Patent:** **Jun. 28, 1994**

[54] **PICK FOR PLUCKING STRINGED MUSICAL INSTRUMENTS** 4,879,940 11/1989 Pereira 84/322
FOREIGN PATENT DOCUMENTS

[76] **Inventor:** John A. Knutson, P.O. Box 945, Forestville, Calif. 95436 2433338 1/1976 Fed. Rep. of Germany 84/322

[21] **Appl. No.:** 45,210

[22] **Filed:** Apr. 13, 1993

[51] **Int. Cl.:** G10D 3/16

[52] **U.S. Cl.:** 84/322; D17/20

[58] **Field of Search** 84/322; D17/20

[56] **References Cited**

U.S. PATENT DOCUMENTS

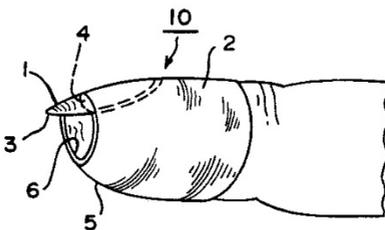
401,476	4/1889	Barnes	84/322
413,579	10/1889	Stewart	84/322
566,806	9/1896	Shearer	84/322
1,296,284	3/1919	Gilman	84/322
1,444,982	2/1923	Orh	84/322
2,016,438	10/1935	Kealoha	84/322
2,045,571	6/1936	Dopyera	84/322
3,650,172	3/1972	Osborne	84/322
3,739,681	6/1973	Dunlop	84/322
3,927,595	12/1975	Ferguson	84/322
4,741,239	5/1988	Crafton	84/322

Primary Examiner—Russel E. Adams
Assistant Examiner—Cassandra C. Spyrou
Attorney, Agent, or Firm—Dalton L. Truluck

[57] **ABSTRACT**

An improved easily attachable and easily removable pick to be worn over the end of a finger for the purpose of plucking the strings of a stringed musical instrument. The pick comprises a picking element or artificial nail worn over the natural nail and conforming closely to the size, shape and contour of the natural nail. The artificial nail is held in place over the natural nail by a closely fitting, thin, flexible securement sleeve which extends from the fingertip almost to the first joint of the finger. The close conformity of the artificial nail to the natural nail imparts optimal sensitivity and natural feel to the player of the instrument.

17 Claims, 1 Drawing Sheet



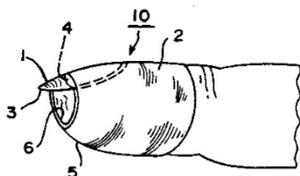


FIG. 1

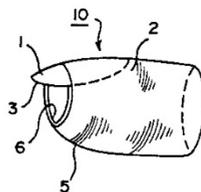


FIG. 2

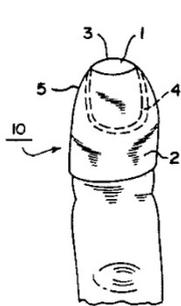


FIG. 3

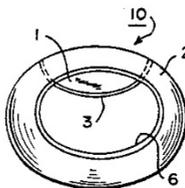


FIG. 5

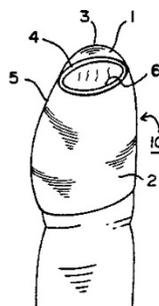


FIG. 4

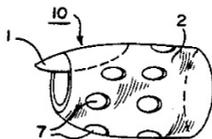


FIG. 6

PICK FOR PLUCKING STRINGED MUSICAL INSTRUMENTS

FIELD OF THE INVENTION

This invention relates to a pick for plucking the strings of musical instruments. More specifically, the invention concerns an improved pick of the type which is worn on the end of an instrumentalist's finger to take the place of the natural fingertip or fingernail for plucking. Although the pick of the present invention is especially useful in conjunction with guitars, banjos, ukuleles and mandolins, it has utility with other stringed instruments as well.

BACKGROUND OF THE INVENTION

Musical instruments having strings which are plucked with the fingertips or fingernails have been in use since ancient times. When the fingertips are used for plucking, severe discomfort to the player often results in that the fingers become sore and tender, and sometimes blisters even occur. Similarly, when the fingernails are employed for plucking, they wear down quickly and frequently crack, chip, split or break, all of which requires a considerable length of time for regeneration for the average player. The advent of steel strings has aggravated these problems. Because of these troubles associated with use of the natural fingertips or fingernails for plucking, picks to serve as substitutes for the human fingertips and fingernails were long ago devised.

Two principal kinds of picks evolved. One is a type which is grasped between the player's fingers, and the other is a type which is worn directly on the end of a player's fingers. It is this latter type with which the present invention is concerned.

Many varieties of finger-worn picks have been devised, and a large number have been patented. In fact, inventors have been patenting finger-worn picks in the United States for well over one hundred years in an attempt to achieve a pick which will retain the basic sound and natural feel of the human fingertip or fingernail. However, in all that time no completely satisfactory finger-worn pick has been developed.

There are numerous requirements which must be met to achieve a completely satisfactory finger-worn pick. In particular, such pick must have good sensitivity and natural feel, must be easy for the player to attach to the finger and equally easy to remove, must have positive and facile lengthwise alignment and positioning on the finger, must stay in place even under conditions of forceful play, and must be capable of allowing both upstroke and downstroke picking. In addition, the pick must be durable, composed of few parts, comfortable to the wearer and cause minimal distraction to the player.

Although, as mentioned previously, many designs and varieties of finger-worn picks exist in the prior art, none has fulfilled all of the above-mentioned requirements. Indeed, judging by the models currently on the market, no finger-worn pick exists which comes close to meeting those requirements. Hence, there has been a long-felt need to attain a finger-worn pick for plucking the strings of stringed musical instruments which meets all of the foregoing requirements and at the same time is economical both from a manufacturing standpoint and a purchasing standpoint.

DISCUSSION OF THE PRIOR ART

In spite of the fact that finger-worn picks have long been known and are available in many styles, all such picks so far devised suffer from one or more deficiencies, thus rendering them unsuitable or undesirable for one reason or another.

One of the most notable deficiencies of prior art finger-worn picks is the inability thereof to impart a natural feel and sensitivity to the player. This drawback is due chiefly to failure of the picking element of prior art finger-worn picks to conform closely to the shape of the natural nail and to bear directly against the natural nail to the requisite extent. It has been discovered by the inventor that only when a finger-worn pick is constructed in this manner will it have the feel and sensitivity of the natural nail.

Another major deficiency of prior art finger-worn picks is the failure thereof to stay in place on the finger. This problem is especially pronounced in picks which are made so as to be adjustable for fitting on fingers of different size. When a pick is made in this manner, it requires constant repositioning and tightening in order to keep it in the proper playing position. Obviously, if the pick becomes loose and shifts position on the finger while playing, the instrumentalist has great difficulty completing the musical selection which is being played at the time. Also, picks which are adjustable are generally difficult to attach to the finger to begin with, and, in addition, are usually uncomfortable to the wearer.

Further, many prior art finger-worn picks do not permit both upstroke and downstroke picking, thus limiting the player's plucking style and preference.

Attention is now directed to the following United States patents which disclose finger-worn picks typical of the several varieties of prior art finger-worn picks which have been produced. These patents serve to corroborate the numerous drawbacks of prior art picks enumerated above.

Barnes	401,476	April 16, 1889
Stewart	413,579	October 22, 1889
Shearer	566,806	September 1, 1896
Gilman	1,296,284	March 4, 1919
Orth	1,444,982	February 13, 1923
Kealoha	2,016,438	October 8, 1935
Dopyera	2,045,571	June 30, 1936
Osborne	3,650,172	March 21, 1972
Dunlop	3,739,681	June 19, 1973
Crafton	4,741,239	May 3, 1988
Pereira	4,879,940	November 14, 1989

None of the picks disclosed in these patents has sufficient sensitivity or natural feel to serve as a satisfactory substitute for the natural fingertip or fingernail because not a single one of these picks has the necessary extent of contact with the top surface of the natural nail. In this respect, the picks of Barnes, Shearer, Orth, Kealoha and Dopyera only contact a minor portion of the top surface of the natural nail, and the picks of Gilman and Dunlop do not contact the top surface at all. As to Stewart, the picking element itself, that is, the part C, does not contact the natural nail but is separated therefrom by the thimble element A. Similarly, the picking element B of Crafton is spaced from the natural nail by the interlocking strap 1 and as a result sensitivity and natural feel is severely diminished. Lastly, although both Osborne and Pereira illustrate and describe finger-worn picks having picking elements which are shaped to follow the

3

curvature of the natural nail, those picks still fall short of providing optimal sensitivity and natural feel because when installed on the finger they do not contact substantially the entire upper surface of the natural nail. Rather, they contact only a limited portion of the top surface of the natural nail. In this regard, observe FIG. 4 of Pereira wherein it can be seen that the part 10 contacts only about one-half of the upper surface of the natural nail, and FIG. 1 of Osborne wherein it is shown that part 10, even though contoured like the natural nail, nevertheless actually contacts the natural nail only near the rear thereof.

Another significant drawback of the picks of Barnes, Stewart, Shearer, Gilman, Orth, Kealoha, Dunlop and Pereira is that they do not stay in place while playing and therefore require constant repositioning and tightening. This is due to the adjustable nature of these picks which are made so as to fit fingers of different size. On the other hand, the picks of Dopyera and Osborne, while staying in place fairly well, are uncomfortable to the wearer. The pick of Osborne is especially objectionable in this respect because the wire type securing element pinches the finger and the clip 14 which engages beneath the fingernail either exerts an undesirable pulling force on the fingernail during upstroke picking or digs into the tip of the finger during downstroke picking.

Still other disadvantages and deficiencies of the finger-worn picks shown in the listed patents exist, but the specific examples just given are sufficient to point to the need for an improved finger-worn pick.

OBJECTS AND SUMMARY OF THE INVENTION

It is the principal object of the invention to provide a finger-worn pick which has sensitivity and feel approximating the natural human fingernail.

Another object of the invention is to provide a finger-worn pick which is easy to attach and, once attached, remains in place even under conditions of forceful playing and whether used for upstroke or downstroke picking, all while providing for full range of motion.

A further object of the invention is to provide a finger-worn pick which is comfortable to the wearer.

Another object is to provide a finger-worn pick the nail of which can be cut, trimmed and filed to a particular shape much the same as a human nail.

Still other objects of the invention are to provide a finger-worn pick which is simple to produce and has few parts.

These and other objects are accomplished by a finger-worn pick constructed of but two parts: a picking element having the general shape and contour of a human fingernail, and a securement element in the form of a circumferentially continuous annular flexible sleeve to which the picking element is permanently attached. The sleeve has a length approximately the length of the distal phalange of a human finger and is tailored to the size of an individual finger so that when placed thereon will fit snugly and remain in place. The picking element is made of a material which is harder than a human fingernail and has a rounded forward picking edge protruding outwardly beyond the fingertip end of the sleeve a distance sufficient to permit plucking of the strings of a stringed musical instrument.

4

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWING

FIG. 1 is a side view of the pick shown attached to the end of a finger in its position of use.

FIG. 2 is a perspective view of the pick.

FIG. 3 is a top view of the pick shown attached to the end of a finger.

FIG. 4 is a bottom view of the pick shown attached to the end of a finger.

FIG. 5 is a frontal view of the pick.

FIG. 6 is a perspective view of a slightly modified form of the pick.

DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

As shown in the several drawing figures, the pick of the invention, designated in its entirety by the numeral 10, consists of two parts: namely, the picking element 1 and the securement element 2.

The picking element 1 is in the form of an artificial nail and has a complex curvature such that its upper surface is convex in shape and its lower surface, which is to contact the natural nail 4 in use, is concave. The picking element or artificial nail is made of a material harder than a human fingernail and has a rounded forward picking edge 3 which extends beyond the picking edge of the natural nail 4 when in use, thereby providing a durable striking edge for string actuation. In all other respects the picking element or artificial nail 1 closely follows the general size and shape of the natural nail 4. In this regard, the picking element further includes a rounded rear edge and side edges connecting the rounded forward picking edge 3 with the rounded rear edge. By virtue of this construction, the picking element can conform closely to and cover substantially the entire top surface of the natural nail, with the side edges and rounded rear edge fitting down into the depression formed by the ridge of skin around the sides and the cuticle area of the natural nail and giving the closest possible contact with the natural nail. This extremely close contact is essential in order to optimally disperse the torquing pressure motion caused by plucking a string over the whole surface of the natural nail and thereby achieve optimal sensitivity, natural feel, and dynamic picking control for the player. The picking element can be made out of any suitable material, such as a plastic, a composite, or metal, the only requirements being that the material be harder and more durable than the human fingernail.

The securement element 2 is in the form of a circumferentially continuous annular flexible sleeve having a length approximately the length of the distal phalange of a human finger and having a fingertip end 5 and an opposite end with an opening 6 of a size to receive the end of a human finger. The fingertip end 5 of the sleeve 2 is rounded, as shown in the drawing, to conform to the shape of the tip of the finger as well as to provide a positive stop to limit the insertion of the finger. This construction enables accurate and facile lengthwise alignment of the artificial nail 1 with the natural nail 4. In addition, such construction gives rise to a snug fit of the sleeve upon the finger and minimizes the need for adjustments and repositioning.

In its preferred form the sleeve includes an opening 6 cut into the central area of the rounded fingertip end 5. The opening 6 allows the fingertip to contact the string for a tactile reference to increase accuracy and picking control.

The artificial nail or picking element 1 is permanently affixed to the securement element 2 by bonding a portion of its convex upper surface to the internal surface of the sleeve such that the rounded forward picking edge 3 protrudes outwardly beyond the fingertip end of the sleeve a distance sufficient to permit plucking the strings of a musical instrument. Bonding can be effected by gluing the two parts together or by such other techniques as solvent bonding, sonic bonding, thermoplastic bonding, or the like. However, whichever technique is employed, care must be taken to maintain the concave lower surface of the picking element 1 entirely exposed so that it can directly contact substantially the entire top surface of the natural nail 4. In other words, there must be no part of the sleeve 2 or any other material whatsoever between the undersurface of the artificial nail 1 and the top surface of the natural nail 4 when the pick 10 is in place on the finger. This requirement is critical in order to attain maximum sensitivity and optimum natural feel.

The sleeve 2 is made of a thin, strong, and flexible material such as a plastic and is tailored to the size of an individual finger. To this end, sleeves are produced in increments of about 1/16 inch radius to provide the best possible fit and frictional grip with fingers of different sizes. The preferred manufacturing process for the sleeve comprises shrinking plastic heat-shrink tubing over various sizes of round-ended finger forms which conform to the dimensions and general shape of human fingers. After removal from the form, the opening 6 is cut into the central area of the rounded end of the sleeve, if such opening is desired. Then the picking element or artificial nail 1 is bonded to the sleeve using any of the techniques mentioned above. In the instance when an opening 6 is not desired, a slit is made in the end of the sleeve to accommodate the protruding end of the artificial nail 1 and the artificial nail 1 is then bonded to the sleeve. Alternatively, the artificial nail may be positioned on the form prior to shrinking the tubing and a suitable adhesive may be applied either to the top surface of the artificial nail or to the inner surface of the tubing prior to shrinking. Of course, other manufacturing sequences and processes may be employed, as will be obvious to those skilled in the art.

As mentioned previously, the sleeve 2 is circumferentially continuous and therefore is not adjustable for fitting fingers of various sizes. The absence of adjustability is an important feature of the invention for it is this aspect that enables the sleeve to fit snugly on the finger and remain securely in place. Unlike prior art picks, the pick of the present invention seldom requires repositioning once it is placed on the finger.

The securement element may be a solid imperforate sleeve, as shown in FIGS. 1-5, or may be a sleeve having a plurality of cutouts or openings dispersed therealong and therearound, as shown at 7 in FIG. 6, to enhance the frictional grip of the sleeve upon the finger. The cutouts or openings are depicted as oval in shape in FIG. 6 but they can be any shape and of any size. The ratio of cutouts to sleeve material is not critical but may vary considerably; and the sleeve may even be formed of a mesh material. Alternatively to cutouts, other forms of gripping mechanisms can be employed. However, the use of cutouts or a mesh material is especially advantageous because the open spaces reduce perspiration of the finger in addition to providing increased gripping effect. Due to the great surface area and flexible material of the sleeve, the pick is snug fitting and

offers excellent grip on the finger. This coupled with the direct mating engagement of the picking element with the top surface of the natural nail achieves the optimal sensitivity and natural feel which is so important to the player. Also, the pick of the invention permits the full range of normal mechanical expression and picking motion and allows very forceful playing without dislodgement.

It is thus seen that the pick of the invention represents a great improvement over the picks of the prior art and fully accomplishes all of the objects of the invention enumerated above.

While the invention has been described in specific terms, such should not be considered as limiting its actual scope. Rather, the scope is to be determined by the terms of the appended claims and their legal equivalents, not by the examples set forth above.

Whereas the term "finger" has been employed throughout the above description, it is to be understood that the pick may be utilized on the thumb as well as any of the other fingers. Thus, the term "finger" is intended to include the thumb.

I claim:

1. A pick for use with stringed musical instruments, comprising:

a securement element and a picking element; said securement element being a circumferentially continuous annular flexible sleeve having a forward end, a rear end, an internal surface extending from said forward end to said rear end, and an external surface extending from said forward end to said rear end;

said picking element being an elongated member having a forward edge, a rear edge, a convex upper surface extending from said forward edge to said rear edge, and a concave lower surface extending from said forward edge to said rear edge;

said picking element extending partially into said sleeve such that said rear edge and a portion of each of said convex upper surface and said concave lower surface lie within said sleeve and such that said forward edge and a portion of each of said convex upper surface and said concave lower surface protrude from said sleeve beyond said forward end of said sleeve;

said portion of said convex upper surface of said picking element which lies within said sleeve being firmly attached to said internal surface of said sleeve; and

all of said concave lower surface of said picking element lying within said sleeve and all of said convex lower surface of said picking element protruding from said sleeve beyond said forward end of said sleeve being entirely exposed.

2. The pick as defined in claim 1 wherein said securement element and said picking element are formed of different materials, the material of said picking element being harder than the material of said securement element.

3. The pick as defined in claim 2 where the material of said picking element has a hardness greater than the hardness of a human fingernail.

4. The pick as defined in claim 1 wherein the length of said sleeve from said forward end thereof to said rear end thereof is greater than any diametral measurement of said sleeve and also is greater than the length of said picking element from said forward edge thereof to said rear edge thereof.

5,323,677

7

5. The pick as defined in claim 1 wherein said rear edge of said picking element lying within said sleeve is spaced forwardly of said rear end of said sleeve.

6. The pick as defined in claim 1 wherein said sleeve has an opening at said forward end and an opening at said rear end, said opening at said forward end being smaller than said opening at said rear end.

7. The pick as defined in claim 1 wherein said sleeve has a plurality of openings dispersed along the length and around the circumference thereof, each of said openings extending entirely through said sleeve from said external surface to said internal surface.

8. The pick as defined in claim 1 wherein said portion of said convex upper surface of said picking element which is firmly attached to said internal surface of said sleeve is bonded to said internal surface of said sleeve.

9. A pick to be worn on a human finger for use in plucking strings of stringed musical instruments, comprising:

an elongated picking element having a forward edge, a rear edge, side edges connecting said forward edge to said rear edge, a convex upper surface extending from said forward edge to said rear edge between said side edges, and a concave lower surface extending from said forward edge to said rear edge between said side edges, said concave lower surface including a portion having a size and shape for mating with and conforming to substantially the entire top surface of the fingernail of said human finger;

a securement element for securing said picking element in place over said top surface of said fingernail of said human finger, said securement element comprising a circumferentially continuous annular flexible sleeve having a length approximately the length of the distal phalange of said human finger and having an external surface, an internal surface, a fingertip end, and an opposite end with an opening of a size to receive said distal phalange of said human finger;

said picking element extending partially into said sleeve such that said rear edge, portions of said side edges, a portion of said convex upper surface, and said portion of said concave lower surface having the size and shape for mating with and conforming to substantially said entire top surface of said fingernail of said human finger lie with said sleeve and such that said forward edge, portions of said side edges, a portion of said convex upper surface, and a portion of said concave lower surface protrude from said sleeve beyond said fingertip end of said sleeve a distance sufficient to permit plucking strings of stringed musical instruments, and to permit trimming and filing to length, as with a human

8

fingernail, when said pick is in place on said distal phalange of said human finger;

said portion of said convex upper surface of said picking element which lies within said sleeve being firmly attached to said internal surface of said sleeve; and

said portion of said concave lower surface which has the size and shape for mating with and conforming to substantially said entire top surface of said fingernail of said human finger being entirely exposed for directly contacting substantially said entire top surface of said fingernail of said human finger.

10. The pick as defined in claim 9 wherein said securement element and said picking element are formed of different materials, the material of said picking element being harder than the material of said securement element.

11. The pick as defined in claim 10 wherein the material of said picking element has a hardness greater than the hardness of a human fingernail.

12. The pick as defined in claim 9 wherein said rear edge of said picking element lying within said sleeve is spaced from said opposite end of said sleeve in the direction of said fingertip end of said sleeve.

13. The pick as defined in claim 9 wherein said fingertip end of said sleeve is rounded so as to conform substantially to the shape of the tip of said distal phalange of said human finger and so as to serve as a stop to limit insertion of said distal phalange of said human finger into said sleeve.

14. The pick as defined in claim 13 and further including an opening in said rounded fingertip end of said sleeve for allowing a portion of said tip of said distal phalange of said human finger to be exposed for a tactile reference to increase accuracy and picking control when said pick is in place on said distal phalange of said human finger.

15. The pick as defined in claim 9 wherein said sleeve has a plurality of openings dispersed along the length and around the circumference thereof to enhance frictional grip of said sleeve upon said distal phalange of said human finger when said sleeve is in place thereon and to minimize perspiration of said distal phalange of said human finger when said sleeve is in place thereon, each of said openings extending entirely through said sleeve from said external surface to said internal surface.

16. The pick as defined in claim 9 wherein said circumferentially continuous annular flexible sleeve is formed of a mesh material.

17. The pick as defined in claim 9 wherein said portion of said convex upper surface of said picking element which is firmly attached to said internal surface of said sleeve is bonded to said internal surface of said sleeve.

* * * * *

60

65