

Lucas Placer Gonçalves, Rosinei Batista Ribeiro, Wellington de Oliveira, Jorge Luiz Rosa, João Eduardo Chagas Sobral *

Design e seleção de materiais: design de joias como meio para elaboração de novas práticas ao uso do Nióbio



Lucas Placer Gonçalves é Mestre pelo Centro Universitário Teresa D'Ávila na área de Design, tecnologia e inovação - 2017-2019 - Bacharel em Design pelo Centro Universitário Teresa D'Ávila - 2013 - designer gráfico do Centro Universitário Teresa D'Ávila.
<lucasplacer@gmail.com>
ORCID: 0000-0002-1235-8013

Resumo Explorar o potencial do Nióbio, se faz necessário para a valorização de suas características, utilizar o Design de joias como meio de maximiza o uso das capacidades físicas, como, por exemplo, a biocompatibilidade e a capacidade de aplicar filmes anódicos em sua superfície. Os resultados revelaram uma microestrutura de grãos deformados e com característica homogênea quanto aos valores obtidos no ensaio de microdureza de 148,42HV 0,1Kgf/mm², com o desvio padrão de 4,41, com a cultura punk foi idealizado as formas comuns os cabelos e isso foi projetado em 2D e 3D para o processo de manufatura avançada de usinagem em eletroerosão a fio com velocidade de corte de 6mm/s que evidenciou o êxito quanto ao efeito de borda, sem rebarba, adequação dimensional e a superfície não foi afetada. Para o processo de anodização foi realizado com solução eletroquímica (10% H₃PO₄ + 90% H₂O) e voltagem em 120v.

Palavras chave Design de joias, Seleção de Materiais, Nióbio, Processos de Usinagem.

Rosinei Batista Ribeiro é Pós-Doutorado em Engenharia de Materiais no Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA). Doutorado e Mestrado em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (FEG-UNESP). Pró-Reitor de Pesquisa, Pós-Graduação e Extensão e Docente Permanente no Programa de Mestrado Profissional em Design, Tecnologia e Inovação no Centro Universitário Teresa D'Ávila (UNIFATEA). Líder do Grupo de Pesquisa "Projeto de Produto e Tecnologias Sociais", registrado no Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq. Docente Permanente no Programa de Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos no Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza (CEETEPS). <rosinei1971@gmail.com>
ORCID: 0000-0001-8225-7819

Wellington de Oliveira é Doutor e pós-doutor pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Professor permanente do Programa de estudos pós-graduados em Design, Inovação e Tecnologia no Centro Universitário Teresa D'Ávila- UNIFATEA e coordenador do LAPED- Laboratório de Pesquisas em Design e Educação na mesma instituição. <reitoria@fatea.br>
ORCID: 0000-0003-0523-5645

Design and selection of materials: jewelry design as a means of developing new practices for the use of Niobium

Abstract *To explore the potential of Niobium, it is necessary for the enhancement of its characteristics, to use Jewelry Design as a means of maximizing the use of physical capacities, such as, for example, biocompatibility and the ability to apply anodic films on its surface. The results revealed a microstructure of deformed grains and with homogeneous characteristics as to the values obtained in the microhardness test of 148.42HV 0.1Kgf / mm², with the standard deviation of 4.41, with the punk culture the common forms of hair were idealized and this was designed in 2D and 3D for the advanced manufacturing process of wire EDM machining with a cutting speed of 6mm / s that evidenced the success in the edge effect, without burr, dimensional adequacy and the surface was not affected. For the anodization process it was carried out with electrochemical solution (10% H₃PO₄ + 90% H₂O) and voltage at 120v.*

Keywords *Jewelry design, Material Selection, Niobium, Machining Processes.*

Diseño y selección de materiales: diseño de joyas como medio para desarrollar nuevas prácticas para el uso de Niobium

Resumen *Para explorar el potencial del Niobio, es necesario para la mejora de sus características, utilizar el Diseño de Joyas como un medio para maximizar el uso de capacidades físicas, como, por ejemplo, la biocompatibilidad y la capacidad de aplicar películas anódicas en su superficie. Los resultados revelaron una microestructura de granos deformados y con características homogéneas en cuanto a los valores obtenidos en la prueba de microdureza de 148.42HV 0.1Kgf / mm², con la desviación estándar de 4.41, con la cultura punk se idealizaron las formas comunes de cabello y esto fue diseñado en 2D y 3D para el proceso de fabricación avanzado de mecanizado por electroerosión por hilo con una velocidad de corte de 6mm / s que evidenció el éxito en el efecto filo, sin rebaba, adecuación dimensional y la superficie no se vio afectada. Para el proceso de anodización se realizó con solución electroquímica (10% H₃PO₄ + 90% H₂O) y voltaje a 120v*

Palabras clave *Diseño de joyas, Selección de materiales, Niobio, Procesos de mecanizado.*

Introdução

Jorge Luiz Rosa é Doutor em Engenharia Mecânica, na área de Tratamento de Superfície, Biomateriais e Nanotecnologia pela UNESP, Campus de Guaratinguetá-FEG. Docente colaborador no Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Design, Tecnologia e Inovação - PPG-DTI - UNIFATEA.
<jlrosa@demar.eel.usp.br>
ORCID: 0000-0003-0305-8569

João Eduardo Chagas Sobral é Doutor em Design e Sociedade pela PUC-Rio, Mestre em Educação pela Universidade Regional de Blumenau (FURB), graduado em Comunicação Visual pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). É professor titular da Universidade da Região de Joinville, instituição na qual coordena o Programa de Pós-Graduação em Design e o projeto de pesquisa Design e Processos e do Laboratório Iris. É membro do corpo técnico-científico do Grupo Assessor Especial da Diretoria de Relações Internacionais (DRI- CAPES); consultor Ad hoc da FAPESC, CAPES e do Conselho Estadual de Educação de Santa Catarina. Coordenador do Fórum Nacional de Pós-Graduação em Design.
<sobral41@gmail.com>
ORCID: 0000-0001-5758-9985

Devido ao histórico local em pesquisa com nióbio e suas ligas, iniciadas pela Fundação de Tecnologia Industrial (FTI), atualmente o Departamento de Engenharia de Materiais (DEMAR) Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo (EEL-USP) e pelo Centro Universitário Teresa D'Ávila (UNIFATEA), e pela grande expansão do mercado de joias, esses fatores geram um agente motivador para a exploração de novas frentes quanto à pesquisa com nióbio, sendo escolhido o design de joias como um meio, para que se possa salientar o papel de material especial que o Nióbio e suas ligas possuem para o design (forma, geometria, adaptação harmônica corporal e etc), devido a supercondutividade, resistência mecânica, biocompatibilidade e possibilidade de receber filmes anódicos em sua superfície por meio do processo de anodização (cor).

O Design tem como prerrogativa maximizar a interação entre o usuário final e produto desenvolvido, assim, fazendo a experiência de usabilidade ser a melhor possível para o usuário e estabelece em suas qualidades multifacetadas de objetos, processos, serviços e seus sistemas de ciclos de vida completos Mozota (2011). Portanto, Design é o fator central da humanização inovadora de tecnologias e crucial para o intercâmbio cultural e econômico, para alcançar a melhor resposta possível entre o objeto de estudo e o usuário.

Os métodos e processos para o desenvolvimento de novos produtos no Design possuem como foco sempre maximizar a relação do produto ou serviço com o objeto final, sendo assim, fornecendo a melhor experiência possível para o usuário final. A linha de pesquisa em Projeto de Produto tem como foco principal o usuário, sendo assim, alinhar suas necessidades com o aspecto estético é primordial. Desenvolver joias (Pingente e anéis) a partir do Nióbio, caracterizando suas microestruturas, realizar tratamento de superfície. Aplicando as características da cultura punk, sendo esse, o meio para a elaboração das geometrias aplicadas as joias, pois trazendo essas características.

A falta de informação sobre os materiais adequados e constrangimentos mais comuns para os usuários desse nicho, como tais produtos possuem alta interação com o corpo do usuário. Nos últimos anos a questão da segurança quanto a joias de baixo custo atraiu a atenção têm recebido atenção do público especialmente na América do Norte, após vários grandes recalls de produtos devido ao seu alto teor de produtos químicos tóxicos, portanto, depois de uma década após os incidentes relacionados à segurança quanto a joias (GUNEY; KISMELYEVA; AKIMZHANOVA; BEISOVA, 2020). A maneira mais clara de melhorar essa interação usuário/joia se dá por meio do uso dos biomateriais na confecção das peças.

O uso dos biomateriais abre uma gama de possibilidades para a elaboração de projetos nessa área, que possui em suas características a propriedade da biocompatibilidade na interação com o organismo vivo, desta forma, diminuindo as limitações quanto há alergias, infecções.

A forma como os indivíduos perseguem seus desejos influenciam o comportamento de assumir riscos, por isso utilizar os materiais de forma correta é muito importante, pois assim possibilidades são abertas dentro do projeto, o uso dos biomateriais como já citado anteriormente, suas características trazem consigo um conjunto grande de alternativas de se aplicar o conhecimento dentro do projeto. (RADEMEYER; FARLEY; VAN HOOVER, 2020)

Tendo como meta final a melhor experiência para o usuário, o Design não vai apenas lidar com o lado estético, ou projetual, mas levar ao receptor final, a um bom design, fazendo com que o usuário tenha possua uma experiência adequada, mesmo que ele não seja percebido de primeiro momento.

E design não é um exercício de estética sem sentido nem uma exploração isolada da tecnologia. O que importa é o processo de achar soluções que sejam significativas para as pessoas, que proporcionem novas experiências e inspirem e criem impacto positivo na sociedade e em nossa vida diária. (ASHBY, 2011 p.4)

A base é que os seres humanos são motivados por necessidades insatisfeitas, e que certas necessidades inferiores precisam ser satisfeitas antes necessidades mais elevadas podem ser atendidas, Figura 1 (SHARMA; CHATURVEDI; SUMA, 2020).

A relação entre eles vai acontecer entre os sentidos do usuário como tato olfato, visão. Será altamente importante para que o resultado final seja alcançado que tal relação possua a maior harmonia possível.

Mas apesar de subjetivas, essas experiências são alçadas, alguém projetou como a interação se daria e como ela seria abrangida pelo usuário independentemente de como as suas experiências foram concebidas durante sua vivencia com produtos do mesmo nicho (TEIXEIRA, 2014).

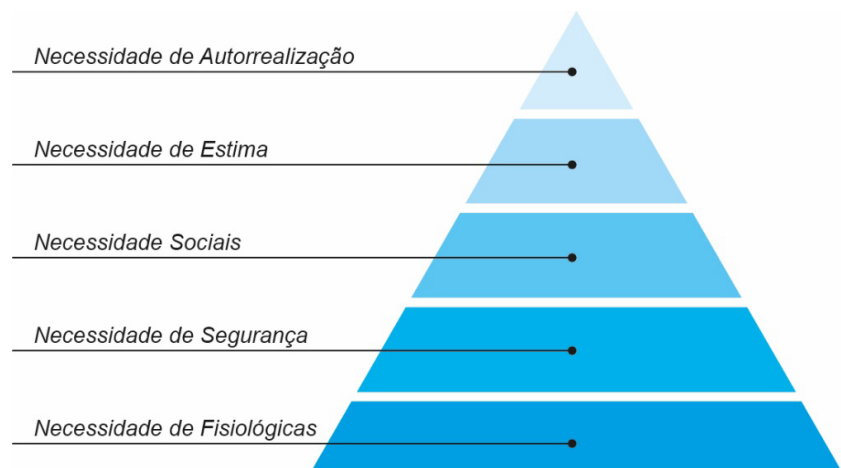


Fig 1. A Hierarquia das Necessidades de Abraham Maslow
Fonte: Adaptado de Best 2012

Anodização

A anodização é um processo eletroquímico utilizado na preparação de camadas de óxidos em metais, com o intuito de aumentar a resistência à corrosão, desgaste, isolamento elétrico e para promover maior adesão de tintas/colas, assim como com fins de decoração da superfície do metal. A primeira interação entre um objeto e o tecido hospedeiro ocorre em sua. Por este motivo, grande atenção tem se concentrado na modificação da superfície de materiais de implantes em a fim de melhorar sua biocompatibilidade (CANEPA; GHIARA; SPOTORNO; CANEPA; CAVALLERI, 2021).

As coloração alcançada gera muitas vantagens ao processo de criação de peças como joias, pois como não há adição de produtos químicos sua relação com os usuários torna-se harmônica, de modo que, não gera agressões ao corpo.

Os óxidos de Nb, os quais possuem diversas aplicações, entre elas em capacitores eletrolíticos, podem ser obtidos por anodização. Com a variação de parâmetros neste processo, tais como densidade de corrente, da tensão, concentração e tipo de eletrólito, é possível obter óxidos de Nb e suas ligas com diferentes características, Figura 2.

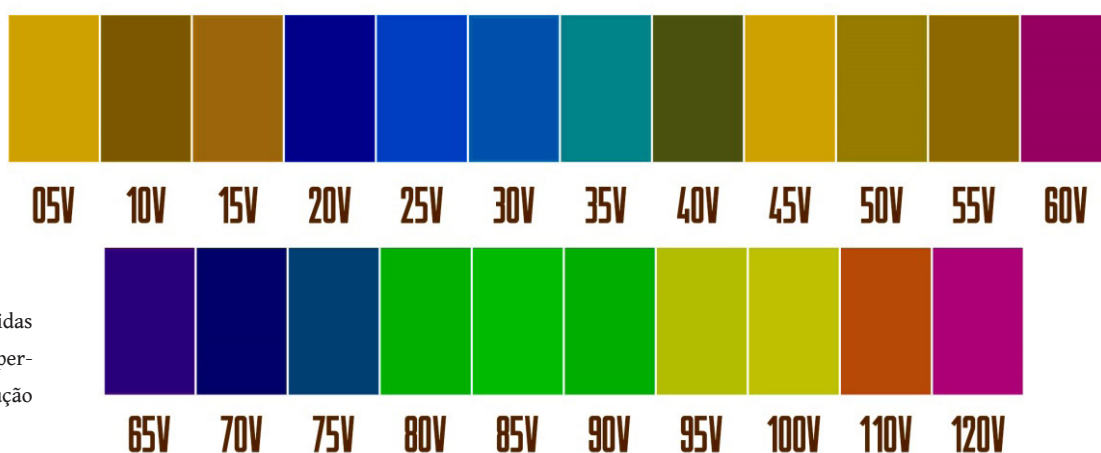


Fig 2. As variantes das cores obtidas pela técnica de anodização na superfície do Nióbio e suas ligas em solução de) 10% H_3PO_4 + 90% H_2O

Fonte: Autor (2020)

Os biomateriais são materiais, sintéticos ou naturais, são aqueles que possuem a capacidade de entrar em contato com sistemas biológicos, o que, por sua vez, oferece uma infinidade de oportunidades para modular e projetar os biomateriais para atividades biológicas distintas ou para aumentar ainda mais a regeneração óssea (DANESHMANDI; BARAJAA; RAD; SYDLIK; LAURENCIN, 2020).

São empregados em componentes implantados no interior do corpo humano para a substituição de partes do corpo doentes ou danificadas. Esses materiais não devem produzir substâncias tóxicas e devem ser compatíveis com os tecidos do corpo (isto é, não devem causar reações biológicas

adversas). Todos os materiais citados acima - metais, cerâmicos, polímeros, compósitos e semicondutores - podem ser usados como biomateriais. (CALLISTER, 2013)



Fig 3. Prótese de titânio para aplicação ortopédica

Fonte: Bioconsert (2020)

Titânio é o metal mais usado para implantes devido à sua excelente biocompatibilidade, pronta disponibilidade e sua força científica, Nióbio e Zircônio também foram estudados e utilizados implantes materiais, e tem sido relatado que estes metais possuem boa biocompatibilidade para biomateriais, Figura 3.

O Hf e Re raramente foram usados como biomateriais e há muitos poucos relatos sobre sua biocompatibilidade (MATSUNO et al., 2001 p.1262).

Metodologia

Neste item será mostrado como e quais os processos metodológicos foram empregados no desenvolvimento das joias em Nióbio, caracterização do material e Espaço Criativo.

Materiais

O material utilizado neste trabalho foi o nióbio comercialmente puro (Nb) no formato chapa nas dimensões 110mm de comprimento por 55mm de largura e 2mm de espessura, obtido via fusão de feixe de elétrons (Figura 4).

Métodos

Caracterização Microestrutural

Para a preparação superficial da amostra metalográfica do Nióbio puro as análises seguiram a norma ASTM E 3-11. As dimensões do corpo de prova utilizado neste estudo foram de aproximadamente 10 mm² e foi embutido a quente utilizando a baquelite numa embutidora hidráulica (Figura 5 A).

No processo de lixamento utilizou-se lixas da água de carbetto de silício na sequência # 220, 320, 400, 800, 1200, 2400 e 4000, e o polimento

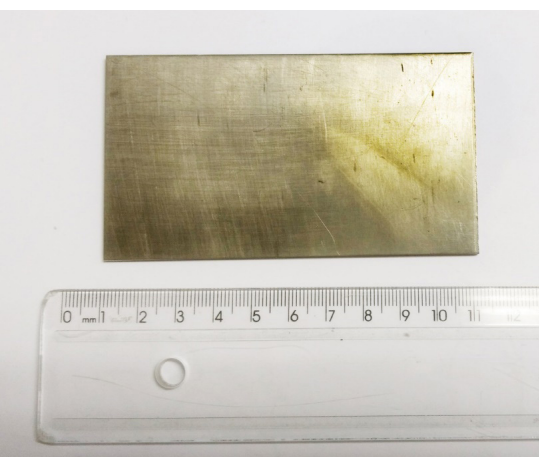


Fig 4. Placa de Nióbio utilizada para manufatura das joias

Fonte: autor (2020)



Figs 5A e 5B. Embutidora para embutimento a quente das amostras e Politriz utilizadas para a preparação da superfície do material
Fonte: autor (2020)



Fig 6. Microdurômetro utilizado para os ensaios de Microdureza
Fonte: autor (2020)

mecânico realizado numa politriz com aplicação de solução de sílica coloidal tipo OPS em um feltro. A proposta de processo de polimento foi isentar e eliminar os artefatos na superfície no corpo de prova. O ataque químico e o método utilizado para a revelação dos contornos de grãos foi via imersão com reagente 30mL HNO_3 + 15mL HF + 30mL HCl durante 40 segundos.

A técnica de microscopia utilizada foi de luz polarizada com filtro cinza. As análises para caracterização do material foi realizada no o Departamento de Engenharia de Materiais (DEMAR) Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo (EEL-USP).

Ensaio de Microdureza

O ensaio de microdureza foi realizado com o objetivo de caracterizar a resistência mecânica do material, esse ensaio foi realizado no equipamento do microdurômetro – Modelo Brasimet 2004 – marca Bullher (Figura 6).

A análise foi realizada a partir de 10 pontos de indentação, sendo 5 no eixo X e 5 no eixo Y nas amostras, utilizando uma carga de 0,1 kgf/mm², de acordo com a norma ASTM E 384-11.

Eletroerosão a fio

Para o processo de manufatura usinagem das joias, foi utilizado o processo de eletroerosão a fio, o procedimento foi realizado em parceria com a empresa Amada – Avaré Paulista, SP, utilizando o ROBOCUT α -C400iB – FANUC, Figura 7.



Fig 7. Equipamento de Manufatura Integrada para a eletroerosão a fio, tipo Fanuc α -C400iB
Fonte: autor (2020)



Fig 8. Processo de preparação da largada e execução por eletrodo para o passe do fio da eletroerosão
Fonte: Autor (2020)

A usinagem caracteriza pela descarga elétrica controlada pelos geradores das máquinas com deslocamento das cargas de junção em pontos determinados pelo programa de corte de forma planejada no desenho de produto.

A usinagem foi executada em primeiro momento, sendo realizado os furos mediante ao uso de uma furadeira com eletrodo de 0,8mm e a velocidade de corte de 6mm/min, sendo corte executado por meio de um fio de latão de espessura igual a 0,25mm, Figura 8.

Para que o procedimento de eletroerosão a fio fosse concebido, foram realizadas as seguintes etapas (Figura 9):

- Etapa 1

Após a escolha das geometrias desenvolvidas pelo designer, ocorre a elaboração dos arquivos digitais na extensão DWG, para o envio das geometrias para a empresa que realizará os cortes.

- Etapa 2

Os arquivos elaborados na etapa anterior, são recebidos pela empresa que por sua vez faz a verificação das conformidades de medidas, desenho e compatibilidade das extensões de arquivo recebidas.

- Etapa 3

Em conformidade o arquivo recebido, a empresa faz a emissão do plano de corte físico e digital, sendo assim, o documento físico sendo entregue para a próxima etapa que efetuará os furos para que o fio da eletroerosão possa ser inserido ao material a ser cortado, logo após é enviado à máquina em que o se realizará o corte do material desejado

Fig 9. Organograma de procedimentos para realização do corte por eletroerosão a fio
Fonte: Autor (2020)

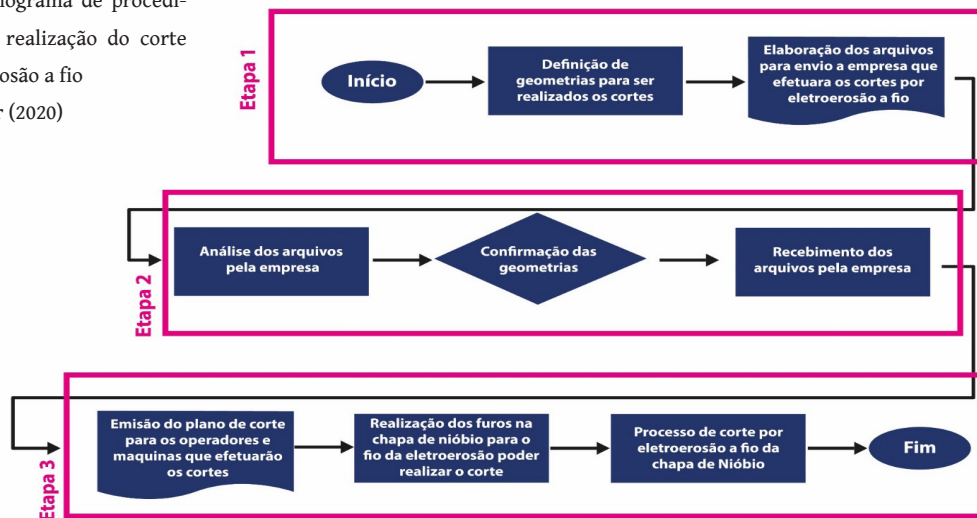




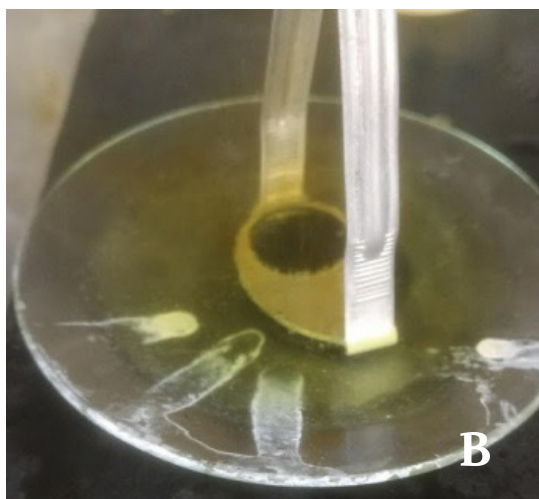
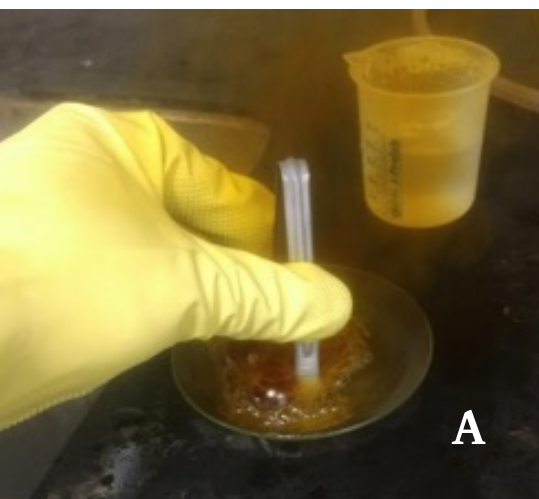
Fig 10. Laboratório do Departamento de Engenharia de Materiais (DEMAR)

Fonte: Autor (2020)

Tratamento de Superfícies - Anodização

Com o tratamento de superfície e definição das cores das joias, foi empregado o processo de anodização, por meio desse método é possível aplicar filmes anódicos na superfície do material, que por sua vez possuem coloração aplicada por meio de corrente elétrica mediante a utilização de uma fonte de corrente contínua, que possibilita a não aplicação de tintas, desta forma a favorecer as características de biocompatibilidade do Nióbio.

Para que a técnica de anodização a fio fosse feita, foram realizadas as seguintes etapas, Figura 11.



Figs 11A e 11B. Decapagem química das peças em Nióbio manufatura para o Design de Joias e em seguida para o tratamento de superfície

Fonte: autor (2020)

- Etapa 1

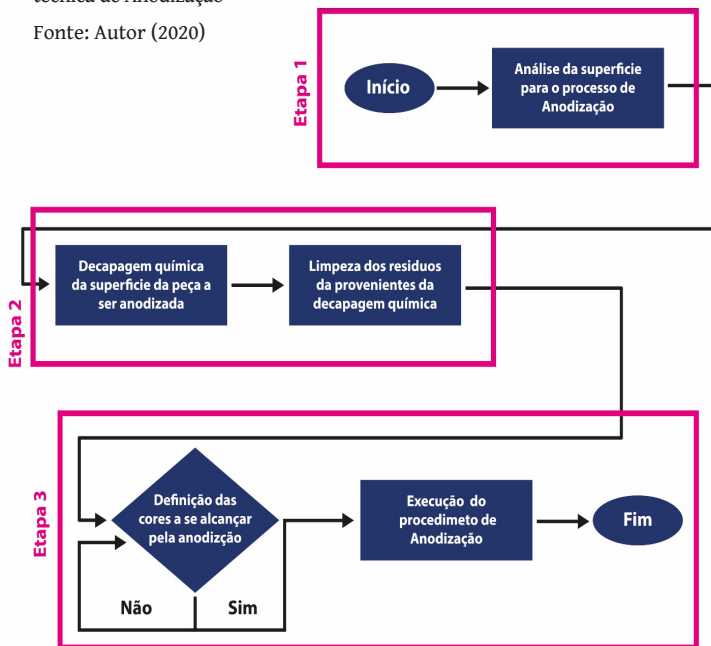
No primeiro momento é feita uma inspeção visual de como está a superfície do material trabalhando, para que assim se possa saber se o material está pronto ou não para a técnica de anodização.

- Etapa 2

Se a superfície do material utilizado não possuir conformidade para se realizar a anodização, e realizada uma decapagem química que é realizada em uma mistura de Ácido nítrico, Ácido fluorídrico e Água com a seguinte fórmula ($2\text{HNO}_3 + 2\text{HF} + 1\text{H}_2\text{O}$) sendo o material imerso a mistura pelo tempo de 70 segundos (Figura 11), para se obter uma superfície pronta e sem impurezas para a etapa seguinte de anodização, a limpeza dos resíduos provenientes da decapagem são removidos em água corrente.

Fig 12. Fluxograma de procedimentos para realização da técnica de Anodização

Fonte: Autor (2020)



• Etapa 3

Para se aplicar a técnica de anodização, prepara-se o recipiente com uma solução eletroquímica (10% H_3PO_4 + 90% H_2O), junto a essa solução será inserida um cátodo (nesse caso foi utilizada uma pequena chapa de níquel).

Em seguida utiliza-se a fonte de corrente de forma contínua na qual é responsável por gerar a corrente de energia (elétrica) para que a superfície das joias promovam a coloração desejada (camada do filme) com a intensidade de 120v (corrente elétrica) para obtenção da cor desejada.

Espaço Criativo nos formatos 2D e 3D

Para a elaboração dos desenhos das peças das joias em nióbio, foi criado um processo de construção denominado como “espaço criativo”, que possibilitou a desenvolver geometrias, formas, texturas e testes de usabilidade em usuários específicos.

O Espaço Criativo dispõe de algumas etapas, as quais se destacam: Sketch, Desenho Técnico, Modelagem 3D e prototipagem dos mockups.



Fig 13. Laboratório usados para o desenvolvimento do processo criativo e obtenção das Joias “Prof. Gentil Viana”.
Fonte: Autor (2020)

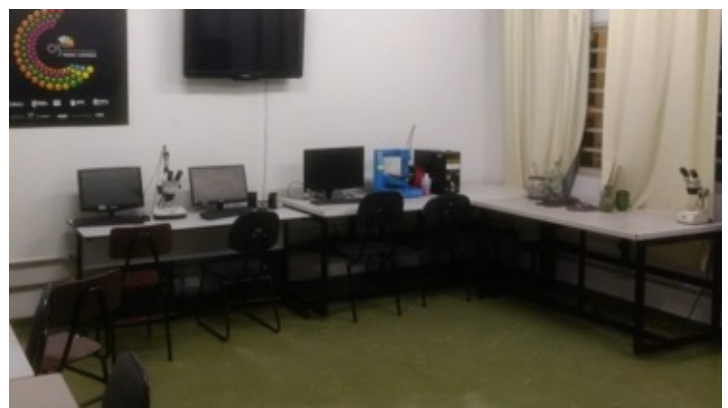


Fig 14. Laboratório de Materiais, Texturas e Modelagem “Prof. Wilson Kindlein Junior”
Fonte: Autor (2020)

O projeto foi realizado nos Laboratórios de Design de Joias “Prof. Gentil Viana” e Materiais, Texturas e Modelagem “Prof. Wilson Kindlein Junior” do UNIFATEA, Figuras 13 e 14).

O processo de modelagem 3D foi realizado no Laboratório de Materiais, Texturas e Modelagem “Prof. Wilson Kindlein Junior do UNIFATEA por meio do software Inventor® com finalidade de proporcionar uma abordagem na análise das geometrias por meio da técnica de sketch, para o estudo comparativo do rascunho, esboço e renderização Figura 15.

O processo de prototipagem das peças foi realizado numa máquina de corte a laser com a proposta de desenvolver o mockups para os testes de usabilidade feitos em MDF (Medium Density Fiberboard) simulando o objeto em escala real de uso. (Figura 16).

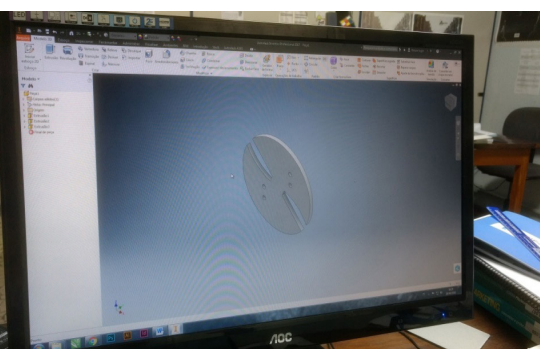


Fig 15. Processo de desenvolvimento dos Mockups em 3D para o processo de confecção e o estudo de usabilidade
Fonte: Autor (2020)

Resultados e Discussão

Caracterização Microestrutural do Nióbio Puro

A Figura 17, mostra a micrografia da chapa de nióbio atacado quimicamente na condição como recebida que apresenta uma microestrutura com grãos parcialmente deformados (processo de laminação) em quase toda sua extensão refinada. A técnica de microscopia óptica utilizada foi a campo de claro.

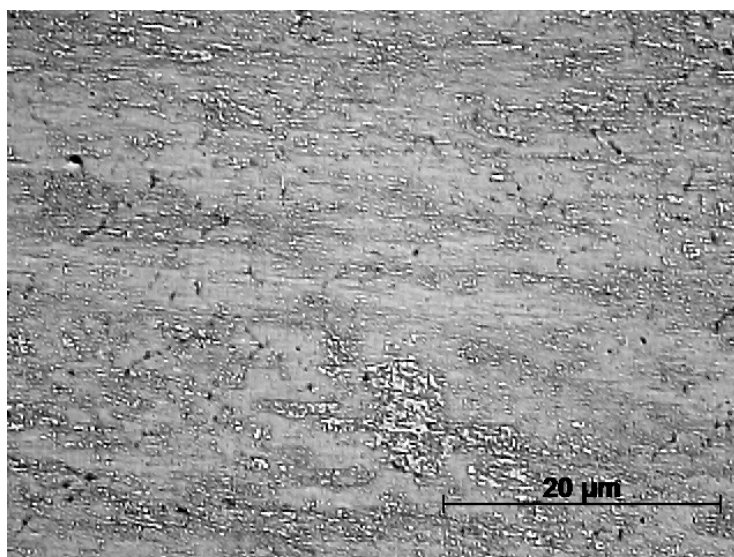
Os resultados do ensaio de microdureza revelou que a microestrutura é praticamente homogênea diante da baixa variabilidade dos resultados obtidos de dureza. Isso implica para a fácil fabricabilidade na questão do manuseio para o desenvolvimento de produto no processo de fabricação/manufatura de joias e acessórios periféricos (Figura 17).

Materiais policristalinos quando submetidos à deformação plástica propiciam a multiplicação das discordâncias e microbandas de cisalhamento (BERNADI, 2009 p.51).



Fig 16. Obtenção dos Mockups em MDF para os testes de usabilidade e interação com os usuários.
Fonte: Autor, 2020

Fig 17. Microscopia óptica do Nióbio na condição como recebido e atacado
Fonte: Autor, 2020



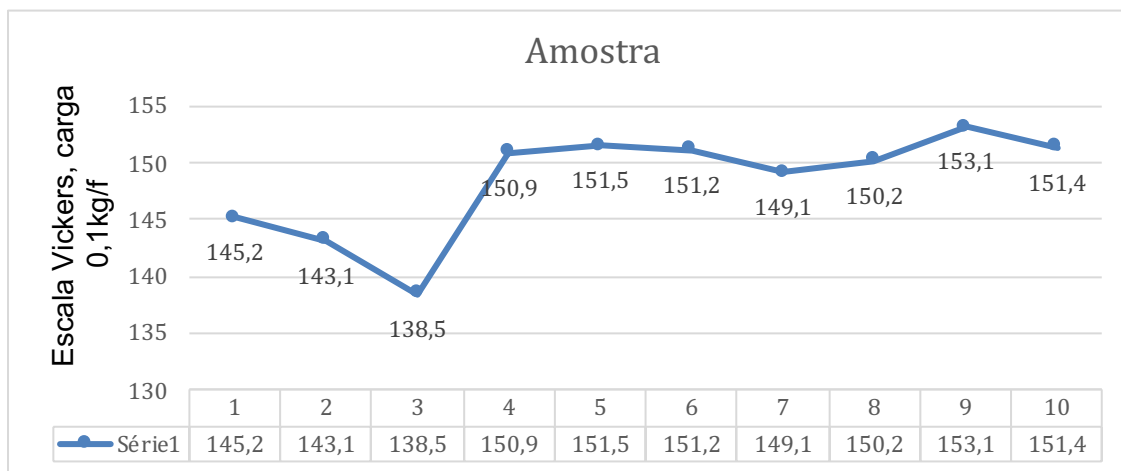


Tabela 1. Resultado da análise de Microdureza Vickers, carga 0,1kg/f
Fonte: Autor, 2020

O resultado da análise de microdureza, determinou que a amostra analisada possui dureza homogênea com a média de 148,42HV 0,1Kgf/mm², com o desvio padrão de 4,41. Isso facilita o depósito da camada e a formação do filme anódico diante da homogeneidade e o tamanho dos grãos uniformes.



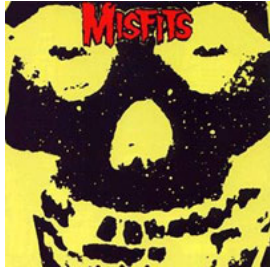
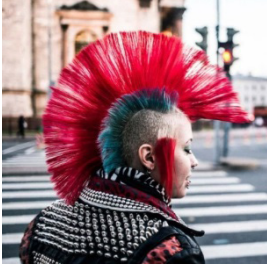





Espaço criativo e Desenvolvimento de Produto

Para produção da joia de nióbio foi necessário levantar alguns quesitos relevantes para a conceituação para produção da peça. O processo de criação foi concebido de forma que respeitasse alguns passos como Análise de Similares, Geração de Alternativas, Estudo Ergonômico, Prototipagem e Fabricação do modelo final.

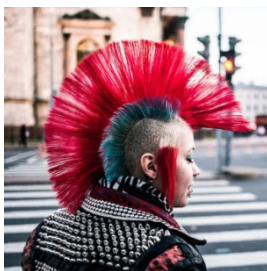
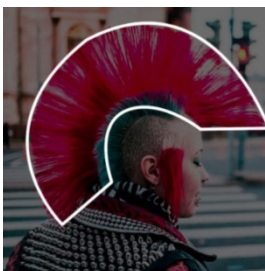


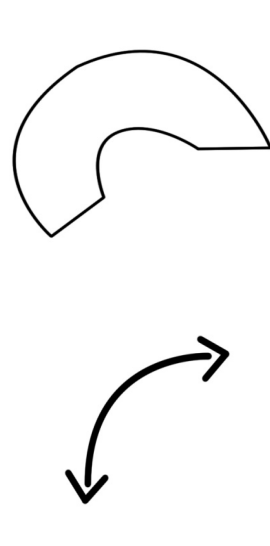
As investigações das características de movimentos como, por exemplo, o movimento Punk que possui características geométricas, físicas e de expressão muito marcantes em sua caracterização. Características manifestadas em elementos de expressão, como por exemplo, suas roupas, cabelos e adornos utilizados por esses integrantes, Quadro 1.

Para a delimitação das geometrias que eram mais comuns diante ao meio estudado, foi observada a pregnância dos elementos mais comuns ao movimento em estudo, sendo assim assimilando essas geometrias ao desenho final das joias, pois quanto maior a pregnância, mais rápida será a comunicação e entre o objeto e usuário (Quadro 2).

Após análise de geometria, foram realizadas mais algumas etapas de criação das peças para geração de alternativas quanto às formas a serem aplicadas para as joias em nióbio. Cada uma das peças elaboradas passou pelos seguintes passos elaboração de Rascunhos (Sketch), Geometrização, Planificação e Transposição para 3D.

Perfil do Usuário	Peças existentes no Mercado	Elementos da Cultura Punk
		
		
		

Quadro 1. Elementos pertinentes ao movimento Punk para análise do ambiente em que ele está inserido

Pregnância da Geometria	Geometrias
	
	
	

Quadro 2. Formas e geometrias comuns ao movimento Punk

Rascunhos (Sketch)

Este momento, foram feitos estudos para as geometrias das peças, assim colocando o formato do cabelo punk como base para o pingente elaborado o Sketch primário, Figuras 18 e 19.

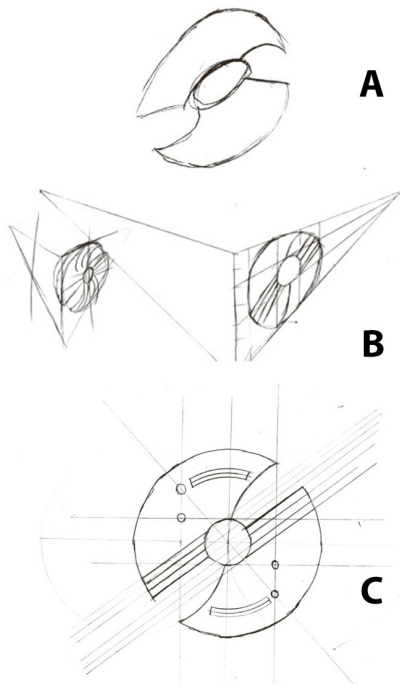


Fig 18. Sketch primário para desenvolvimento do pingente
Fonte: Autor (2020)

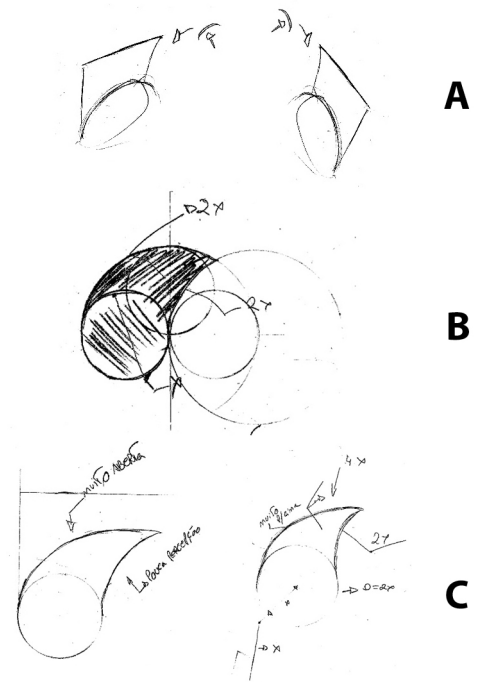


Fig 19. Sketch primário para desenvolvimento do anel
Fonte: Autor (2020)

Essa etapa de idealização e teste do que foi observado, ou seja, o momento em que as ideias coletadas foram em primeiro momento analisadas quanto as suas funcionalidades e viabilidade, porém não compreende a esse momento do trabalho o descarte de ideias, mas possui a vantagem de se ter liberdade de colocar as ideias em pratica com intenção de não deixar possibilidades em aberto.

- A: Primeira resolução de formas para as geometrias do pingente;
- B: Experimentação de perspectiva para as geometrias;
- C: Ensaio das geometrias como uma pré-geometrização.

- A: Primeira resolução de formas para as geometrias do Anel;
- B: Ensaio das geometrias como uma pré-geometrização;
- C: Análise de formas pós teste de geometrização.

Geometrização

No processo de geometrização, o módulo principal representado pelo círculo preto que corresponde a medida “X” que será a base para a construção e a geometrização de todas as outras, de forma que a modularização seja possível.

O círculo magenta caracteriza-se por 20% do círculo preto, ou seja, $x/5$ que definirá o tamanho do elemento central, os círculos azuis que possuem a mesma medida de “X”, serão necessários para dar forma o elemento curvo que dará ao pingente o começo da forma de meia lua do cabelo punk, os círculos pequenos de cor amarela são os furos que o pingente possuirá para receber a sustentação de um cordão para o pescoço sua medida é de $x/20$, os círculos de cor verde que possuem medida de $x/10$, servirão como guia para a localização dos círculos de cor amarela para o cordão de sustentação.

Por meio desse processo de medidas modulares, foi possível geometrizar a peça de forma que todas as suas medidas disponham uma razão para utilização, racionalizando todo o processo de geométrico de criação, Figuras 20 e 21.

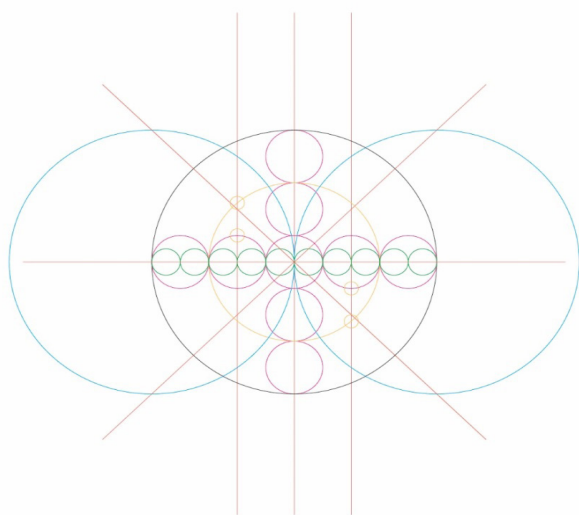


Fig 20. Geometrização modular para o pingente
Fonte: Autor (2020)

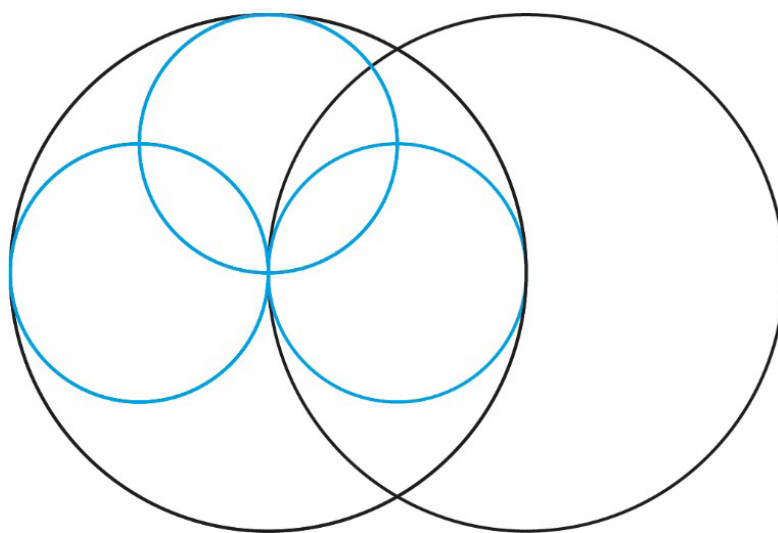


Fig 21. Geometrização modular para o anel
Fonte: Autor (2020)

Desenho Técnico

Após o processo de geometrização, foi elaborado o desenho técnico da joia que para a manufatura, a definição das medidas margeada pelas medidas que a placa de nióbio para o desenvolvimento do projeto de produto.

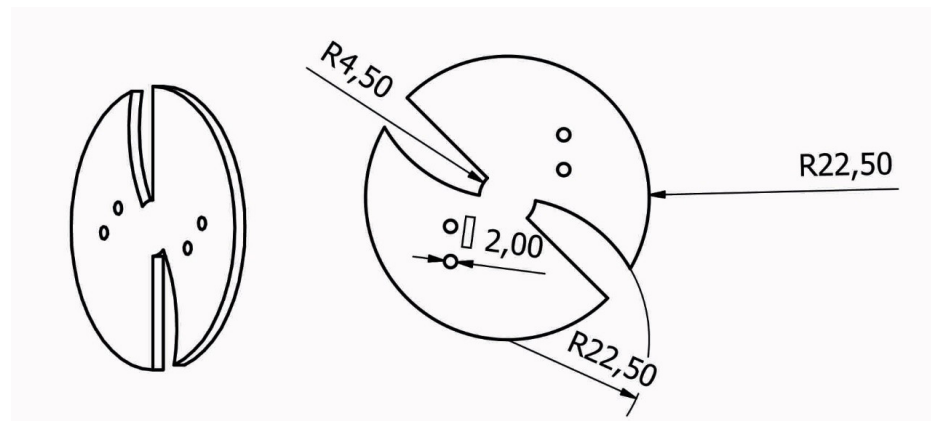


Fig 22. Desenho Técnico para manufatura avançada do pingente em Nióbio Puro | Fonte: Autor (2020)

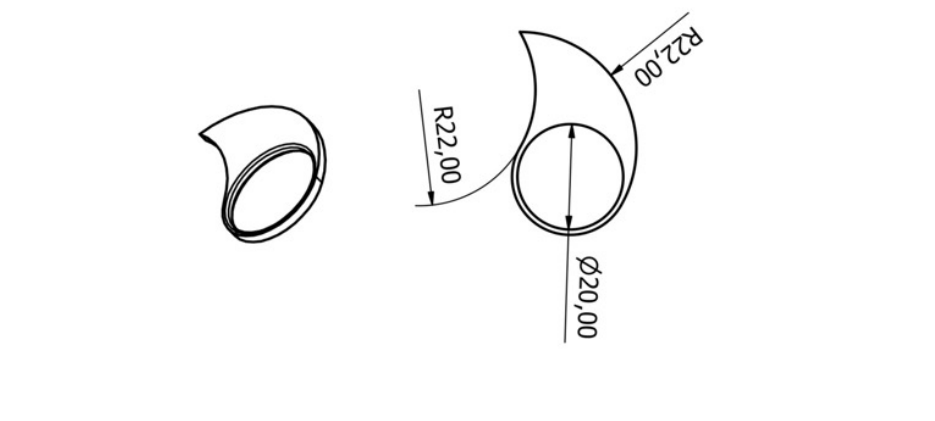


Fig 23. Desenho Técnico para manufatura avançada do anel em Nióbio | Fonte: Autor (2020)

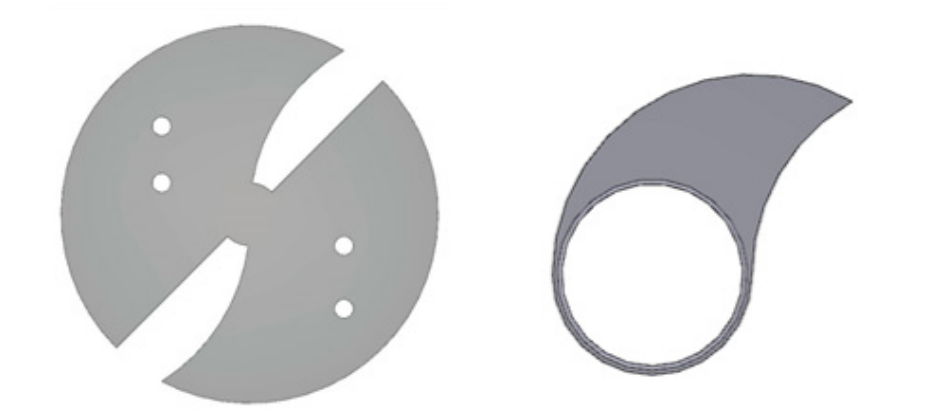


Fig 24. Planificação das formas geometrizadas das joias de Nióbio | Fonte: Autor (2020)

Transposição para Prototipagem 3D Simulação/Modelagem e Física

Para o projeto da peça na dimensão 3D foi utilizado o software Inventor da Auto Desk™ que permitiu a elaboração simplificada, visualização rápida de todos os ângulos possíveis, antes da etapa de concepção dos Mockups (Figura 25).

A fim de se testar mais as geometrias concebidas, foram realizadas simulações de como as joias se comportariam enquanto o uso pelo usuário final, para que isso ocorresse foi efetuado o corte das geometrias em MDF, para as formas serem avaliadas (Figura 26).



Fig 25. Modelo em 3D das joias propostas a serem desenvolvidas

Fonte: Autor (2020)



Fig 26. Simulação de uso das geometrias geradas para a joia

Fonte: Autor (2020)

Usinagem das Joias

A usinagem das peças foram realizadas com parâmetros referenciais do Aço Inoxidável Austenítico grade 304 e o processo de manufatura apresentou adequação do posicionamento da chapa o deslocamento do fio da máquina de eletroerosão de maneira uniforme evidenciou êxito quanto ao efeito de borda, sem rebarba, adequação dimensional e a superfície não foi afetada, Figuras 27 e 28.

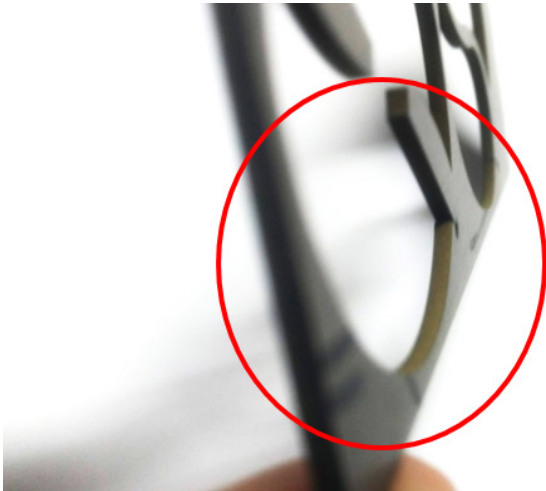


Fig 27. Resultado e nível de detalhamento e acabamento alcançado pela eletroerosão a fio
Fonte: Autor (2020)

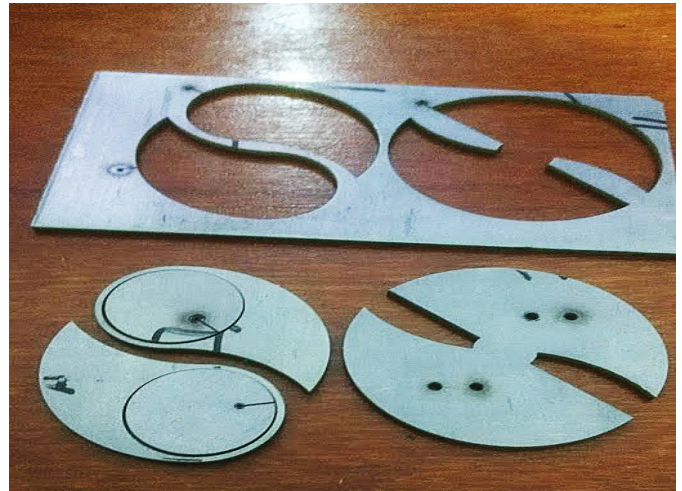


Fig 28. Resultado do corte, acabamento e a textura superficial para o desenvolvimento das joias em chapa de Nióbio
Fonte: Autor (2020)

Tratamento de superfície e acabamento

Para o processo de anodização apresentar adequação foi realizada a inspeção visual e a etapa de decapagem química para a remoção dos artefatos (rebarba, graxa, óleos) e pontos de queima ocorrido durante o processo de usinagem.

Na Figura 29 evidencia as peças decapadas com as marcas de bandas de deslizamento ocorrido durante o processo de laminação e alguns relevos de superfície.



Fig 29. Peças após decapagem química sem resíduos em sua superfície com marcas na superfície diante do processo de deformação (laminação)
Fonte: Autor (2020)

A técnica de anodização também foi executada no banho com solução eletroquímica, Figuras 30 A e B:

1. Anodo: É o eletrodo a partir do qual a corrente gerada pela fonte de corrente contínua passa para contato com a peça que se pretende ser anodizada;
2. Catodo: É o eletrodo em que a carga elétrica flui para o interior da fonte de corrente contínua;
3. Solução eletroquímica: Líquido ionizado flui para entre Cátodo, Ânodo e peça que receberá a camada anódica;
4. Objeto no qual é aplicado o processo de anodização.

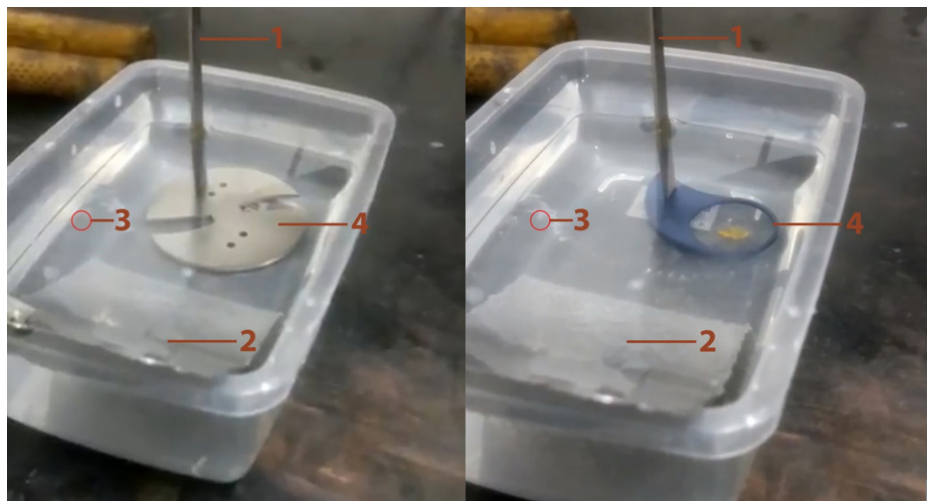


Fig 30. Processo eletroquímico (Anodização) e a interação entre o eletrólito e a superfície como resultado a coloração das peças em Nióbio

Fonte: Autor (2020)

A aplicação da técnica de anodização foi executada a partir da corrente igual a 120v, sendo interrompida quando atingisse a cor desejada. As cores que foram aplicadas para as peças, foram escolhidas de forma que possuíssem laços com as características levantadas pelo Quadro 3, no momento em que são mostradas os as capas dos álbuns das bandas inseridas ao movimento punk, buscando sempre as tonalidades mais puras o possível, desta forma a criar mais identificação com o público, Figura 31.



Fig 31. Resultado do processo eletroquímico (Anodização) em diferentes cores (tons) nas joias em Nióbio
Fonte: Autor (2020)

Considerações Finais

Desenvolver joias a partir do Nióbio se fez importante, pois fomenta uma vertente pouco explorada quanto à utilização do material, sendo assim, amplia o olhar sobre as capacidades do material, visto que suas características o tornam um material com ampla aplicabilidade quando inserido ao Design de Produto, assim sendo, se faz importante a pesquisa com o material para que novas vertentes de uso sejam abertas para a utilização do Nióbio e assim aumentar sua relevância no desenvolvimento de produtos.

A análise Microestrutural do material mostrou que o Nióbio possibilita uma fácil fabricabilidade quanto ao seu manuseio para a elaboração de nos produtos, desta forma, a aplicação da eletroerosão a fio como forma de usinagem proporcionou um corte limpo e sem rebarbas, o que por sua vez, promoveu a não utilização de mais processos extras para refino do acabamento quanto a sua usinagem.

As geometrias aplicadas as joias, foram inspiradas em alguns formatos muito predominantes a cultura punk, empregou formas que possibilitou uma união muito positiva ao processo de usinagem, pois essas formas simplificadas por meio do processo de geometrização, possibilitou uma aplicabilidade segura ao corte do material.

A técnica de anodização possibilitou aplicar coloração no material sem a adição de produtos químicos como, por exemplo, tintas, desta forma a coloração alcançada com o processo de anodização foi altamente satisfatório, desse modo ressaltando as premissas do Design de que o usuário deve possuir uma usabilidade sem adversidades e complicações com o que a ele é proposto.

Agradecimento

Agradeço ao Centro Universitário Teresa D'Ávila pela concessão da bolsa institucional no qual possibilitou a realização deste trabalho e a empresa Amada que viabilizou a usinagem das joias do presente trabalho, em especial ao Prof. Igor Alexandre Fioravante.

Referencias

- 8° COLÓQUIO DE MODA, 8., 2012, Rio de Janeiro. A Relação entre a moda, o movimento punk e sua rainha, Vivienne Westwood. Rio de Janeiro: Ggbrasil, 2012. 11 p. Disponível em: <http://www.coloquiomoda.com.br/coloquio2017/anais/anais/edicoes/8-Coloquio-de-Moda_2012/GT06/COMUNICACAO-ORAL/102634_A_relacao_entre_a_moda_o_movimento_punk_e_sua_rainha_Vivienne_Westwood.pdf>. Acesso em: 15 Não é um mês valido! 2018.
- ABC do Inox. Disponível em: <<http://www.abinox.org.br/site/aco-inox-abc-do-aco-inox.php>>. Acesso em: 08 out. 2017.
- ALMEIDA, Délcio Julião Emar de; ALMEIDA, Rangel Benedito Sales de. PROJETO EXPOSIÇÕES ITINERANTES: A INTERDISCIPLINARIDADE E A INOVAÇÃO NO ENSINO DE DESIGN. Blucher Design Proceedings, Belo Horizonte, v. 9, n. 2, p.2212-2223, out. 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ERGONOMIA. Disponível em: <http://www.abergo.org.br/internas.php?pg=o_que_e_ergonomia> . Acesso em: 1. Agt. 2017
- BARBA NETO, João. Estudo de Elemento da Natureza para Aplicação em BERNARDI, H. H. Processamento e caracterização microestrutural de nióbio deformado plasticamente por extrusão em canal angular. Tese (Doutorado em Engenharia de Materiais), Escola de Engenharia de Lorena - Universidade de São Paulo, 2009.
- BEST, Kathryn. Fundamentos de Gestão do Design. Porto Alegre: Bookman, 2012. 208 p.
- BIOMATERIALS: TYPES, APPLICATIONS, AND MARKET. Química Nova, [s.l.], p.957-971, 29 maio 2015. GN1 Genesis Network. <http://dx.doi.org/10.5935/0100-4042.20150094>.
- BRANCO, Moraes. Nióbio Brasileiro. 2016. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/Redes-Institucionais/Rede-de-Bibliotecas---Rede-Ametista/Canal-Escola/Niobio-Brasileiro-2616.html>>. Acesso em: 27 jun. 2017.
- CALLISTER JUNIOR, William D.. Ciência e Engenharia de Materiais:: Uma introdução. 5. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2013. 620 p.
- CANEPA, Paolo; GHIARA, Giorgia; SPOTORNO, Roberto; CANEPA, Maurizio; CAVALLERI, Ornella. Structural vs. electrochemical investigation of niobium oxide layers anodically grown in a Ca and P containing electrolyte. Journal Of Alloys And Compounds, [S.L.], v. 851, p. 156937-156949, jan. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jallcom.2020.156937>.

CASTRO, Kedma Lima de; CASTRO, Jetur Lima de; OLIVEIRA, Alessandra Nunes de. A moda como objeto de informação: o caso do Movimento Feminista Punk Riot Grrrl. *AtoZ: novas práticas em informação e conhecimento*, [S.l.], v. 4, n. 1, p. 24-33, set. 2015. ISSN 2237-826X. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/atoz/article/view/41762>>. Acesso em: 10 Out. 2018
Comunicação e Design, Curitiba, BR-PR, 2013.

Design: Biomimetização da Estrutura de Ninhos de *Cacicus Haemorrhous*. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná, Setor de Artes,

DANESHMANDI, Leila; BARAJAA, Mohammed; RAD, Armin Tahmasbi; SYDLIK, Stefanie A.; LAURENCIN, Cato T.. Graphene-Based Biomaterials for Bone Regenerative Engineering: a comprehensive review of the field and considerations regarding biocompatibility and biodegradation. *Advanced Healthcare Materials*, [S.L.], v. 10, n. 1, p. 2001414-2001414, 26 out. 2020. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/adhm.202001414>.

ELLA ALEXANDER (Inglaterra). The supermodel opens up about Westwood's admission in a new documentary about the legendary designer. 2018. Disponível em: <<https://www.harpersbazaar.com/uk/fashion/fashion-news/a19570271/vivienne-westwood-kate-moss-documentary-clip/>>. Acesso em: 23 out. 2018.

FORCELLINI, F. A. Apostila de Projeto de Produto. [S.l.]: [s.n.], 2002.

GOLA, Eliana. A Joia. 2. ed. São Paulo: Senac, 2008. 216 p

GUNEY, Mert; KISMELYEVA, Symbat; AKIMZHANOVA, Zhanel; BEISOVA, Kamila. Potentially toxic elements in toys and children's jewelry: a critical review of recent advances in legislation and in scientific research. *Environmental Pollution*, [S.L.], v. 264, p. 114627-114642, set. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114627>.

IIDA, ITIRO. Ergonomia: projeto e produção. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher. 2009

KINDLEIN JUNIOR, Wilson; GUANABARA, Andrea Seadi. Methodology for product design based on the study of bionics. *Materials And Design*, Rio de Janeiro, v. 26, n. 1, p.149-155, 26 jun. 2004.

LEITE, Rogério C. de Cerqueira et al. Nióbio uma Conquista nacional. São Paulo: Livraria Duas Cidades Ltda, 1988.

MATSUNO, Hironobu et al. Biocompatibility and osteogenesis of refractory metal implants, titanium, hafnium, niobium, tantalum and rhenium. *Biomaterials*, Rio de Janeiro, v. 22, n. 1, p.1253-1262, abr. 2001.

MISKOLCI, Richard. Estéticas da existência e estilos de vida – as relações entre moda, corpo e identidade social. São Paulo: Revista Iara, v1, n 2, 2008

MORAES; MONT´ALVÃO. Ergonomia: conceitos e aplicações; Rio de Janeiro: 2AB, 2009.

MOZOTA, Brigitte Borja de. Gestão do Design: Usando o Design para construir valor de marca e inovação corporativa. Porto Alegre: Bookman, 2011. 343 p.

NIÓBIO. Goiás: Dnpm, 2010.

OLIVEIRA, Cláudia Trindade. Caracterização Microestrutural e Eletroquímica de Óxidos de Nb Crescidos por Anodização. 2007. 113 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais-ppgem, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/117423>>. Acesso em: 28 abr. 2018.

PIRES, Ana Luiza R.; BIERHALZ, Andréa C. K.; MORAES, Ângela M..

RADEMEYER, Carol; FARLEY, Cindy L.; VAN HOOVER, Cheri. Health Implications and Counseling Considerations for Individuals With Piercings and Tattoos. *Nursing For Women'S Health*, [S.L.], v. 24, n. 3, p. 210-227, jun. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.nwh.2020.03.006>.

SANTOS, Reinan Tiago Fernandes dos. Estudo da Deformação de Nióbio Empregando a Técnica de Prensagem em Canais Equiangulares (ECAP). 2018. 83 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2018.

SANTOS, Rita. Joias: Fundamentos, processos e técnicas. São Paulo: Senac, 2013. 296 p.

SHARMA, Manoj Kumar; CHATURVEDI, Santosh K; SUMA, N. Technology use expression of Maslow's hierarchy need. *Asian Journal Of Psychiatry*, [S.L.], v. 48, p. 101895-101897, fev. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajp.2019.101895>.

SILVA, Luciano Santos da. DESIGN PARAMÉTRICO A PARTIR DA DIGITALIZAÇÃO 3D DE GEOMETRIAS DA NATUREZA COM PADRÃO DE CRESCIMENTO ESPIRAL. 2017. 114 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Design, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/158341/001021480.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 27 maio 2018.

SKODA, Sonia Maria de Oliveira Gonçalves. Evolução da Arte da Joalheria e a Tendência da Joia Contemporânea Brasileira. 2012. 230 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós Graduação Interunidades em Estética e História da Arte, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

SPERLING, David Moreno. Arquiteturas contínuas e topologia: similaridades em processo. 2003. 229 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

TEIXEIRA, Fabrício. Introdução e boas práticas em UX Design. São Paulo: Casa do Código, 2014.

WEINSWIG, Deborah. As Fine Jewelry Moves Online, *The Market Sparkles*. 2016. Disponível em: <<https://www.forbes.com/sites/deborahweinswig/2016/04/14/as-fine-jewelry-moves-online-the-market-sparkles/#3ff8fcf174ae>>. Acesso em: 06 jan. 2018.

Recebido: 07 de fevereiro de 2021.

Aprovado: 05 de março de 2021.