

Joalheria Contemporânea: reciclagem e oxidação do cobre

Contemporary Jewelry: recycling and oxidation of copper

Giovanna Ribeiro de Oliveira, Mestranda, Universidade Federal de Santa Maria (PPGAUP/UFSC)

giovanna.ribeiro@acad.ufsc.br

Felipe Luís Palombini, Prof. Dr., Universidade Federal de Santa Maria (PPGAUP/UFSC)

felipe.palombini@ufsc.br

Mariana Kuhl Cidade, Profª. Dra., Universidade Federal de Santa Maria (PPGAUP/UFSC)

mariana.cidade@ufsc.br

Número da sessão temática da submissão – [2]

Resumo

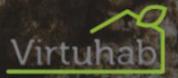
Este artigo tem como objetivo a experimentação de oxidações de chapas de cobre, com o intuito de atribuir novas técnicas na confecção de uma peça de joia. O cobre é um metal com uma demanda crescente e possui inúmeras aplicabilidades, está presente em fios, tubos, motores de carros etc., mas seu minério está cada vez mais escasso na natureza. Através de lixo eletrônico, foi possível adquirir o cobre para a realização de testes de oxidação e tratamento de superfície. Os resultados obtidos geraram inspirações para o processo criativo e geração de alternativas. A escolha da peça a ser materializada possibilitou que o cobre oxidado fosse elemento de destaque, mesmo com a união com um metal nobre, como a prata. O uso de metais provenientes a reciclagem de outros materiais dentro da joalheria contemporânea é uma prática que agrega valor e história para uma peça.

Palavras-chave: Joalheria Contemporânea; Cobre; Oxidação; Reciclagem.

Abstract

This article aims to experiment with the oxidation of copper sheets to introduce new techniques in the creation of a jewelry piece. Copper is a metal with increasing demand and numerous applications; it is present in wires, tubes, car engines and more. However, its ore is becoming increasingly scarce in nature. Through electronic waste, it was possible to obtain copper for oxidation tests and surface treatment. The results obtained provided inspiration for the creative process and the generation of alternatives. The choice of the piece to be materialized allowed oxidized copper to be a prominent element, even when combined with a noble metal such as silver. The use of metals derived from the recycling of other materials within contemporary jewelry is a practice that adds value and history to a piece.

Keywords: Contemporary Jewelry; Copper; Oxidation; Recycling.



1. Introdução

O cobre foi um dos primeiros metais descobertos pela humanidade, a liga de cobre e estanho, ficou consolidada na era da Idade de Bronze, sendo até hoje um minério extremamente necessário e empregado em todo mundo (Ashby; Johnson, 2011). O cobre é utilizado na fabricação de fios e cabos elétricos, tubulações, moedas, motores de carros e eletrônicos, e isso é devido às suas propriedades de maleabilidade, condução elétrica e resistência a corrosão (Lafteri, 2013).

Atualmente, a necessidade pelo cobre vem crescendo consideravelmente devido ao aumento da produção de carros elétricos, a Associação Internacional do Cobre (ICA) estipula que em 2040 a demanda pelo metal, apenas no setor automobilístico, seja de 40 milhões de toneladas (ICA, 2024). Entretanto, a produção desse minério é inferior a atual demanda, como por exemplo, no Brasil, estima-se que no ano de 2022 a produção do minério de cobre foi de apenas 25,3 mil toneladas de cobre refinado, o que representa uma diminuição de 58% na produção em relação a 2021, na qual foram produzidas cerca de 61,3 mil toneladas (ABCOBRE, 2023).

Para a joalheria, o cobre é um metal importante dentro da ourivesaria, sendo utilizado em ligas metálicas (Kliauga; Ferrante, 2009). O valor de uma peça ainda está atrelado até os dias de hoje ao seu material, a joalheria tradicional visa principalmente o uso de metais nobres como Ouro (Au) e Prata (Ag), atrelados com o uso de gemas (Gola, 2017). Esses metais nobres, buscam a atemporalidade, pois são vistos como peças que nunca desvalorizam (Gola, 2017). Entretanto, a joalheria contemporânea rompe com o tradicionalismo ao trazer novas abordagens e materiais na confecção de uma peça joalheira (Mercaldi; Moura, 2017). Além disso, a contemporaneidade traz consigo a necessidade de atrelar pautas da sociedade como aspectos a serem abordados na criação de uma peça de joia, trazendo cultura e sustentabilidade, que agregam um valor significativo além do valor econômico (Skinner, 2013). O uso de materiais inusitados, como madeiras, tecidos e ligas metálicas, com o uso de metais nobres são um exemplo de como a joalheria tradicional e a joalheria contemporânea podem se unir para a criação de inovações (Cidade; Palombini, 2022).

Diante deste contexto, este presente artigo busca trazer novas técnicas e abordagens na criação e confecção de uma peça de joia. A partir do desenvolvimento de um projeto que se utiliza da reciclagem do cobre para testes de oxidação e tratamento de superfícies, a fim de trazer um novo enfoque para esse metal dentro da joalheria e evidenciar sua necessidade de reaproveitamento.

2. Joalheria Contemporânea

A joia é um dos artefatos mais antigos do mundo, além de adornar, carrega um senso estético e simbólico, transmitindo a época em que foi criada (Gola, 2017; Guerra; Matté; Cidade, 2018). Inicialmente, a joalheria era um processo mais artesanal, novas tecnologias foram inseridas a partir do descobrimento e uso de metais nobres, como o ouro e a prata, e metais de liga como o bronze e o cobre (Santos, 2017). Segundo Gola (2017), a joia é atemporal, e carrega consigo história e sentimentalismo, que além de adornar, marca períodos históricos e grupos sociais, sem perder seu valor material.

A história da joalheria está atrelada a história da arte, movimentos artísticos como *Art Nouveau* e o *Art Decó*, influenciaram na ruptura do tradicionalismo ao utilizar de materiais inusitados, como o marfim, latão, vidro, cobre, que atribuem novos significados as peças



(Cidade; Palombini, 2022). A joalheria contemporânea ao romper com o tradicionalismo, liberta o designer e busca atender às necessidades do período em que está inserida, o presente, e de como o traduzir nas suas criações (Mercaldi; Moura, 2017). O reflexo do “agora”, se traduz em questões sociais e ambientais, pois a joalheria contemporânea permite uma reflexão ao atender as necessidades da sociedade (Tenuta; Testa; Freitas; Cappellieri, 2024).

A sustentabilidade dentro da joalheria se traduz na atenção dada aos materiais, e passa a ser importante compreender o ciclo de vida, assim como sua origem moral e ética (Tenuta; Testa; Freitas; Cappellieri, 2024). Atrelar o uso de materiais sustentáveis e inusitados, com materiais mais tradicionais, é uma forma de alinhar técnicas existentes com questões sustentáveis, e possibilitam que o valor da joia passe ser muito mais que apenas econômico, mas também social e cultural (Mostardeiro; Oderich; Cidade, 2019).

3. O cobre

O cobre é um minério importante desde sua descoberta até os dias de hoje, derivado do latim, *cuprum*, seu símbolo na tabela periódica é o *Cu* (Rodrigues; Silva; Guerra, 2012). É caracterizado pela sua coloração avermelhada, possui uma densidade de 8,9g e seu ponto de fusão é 1.084°C (Mercaldi; Moura, 2017; Lafteri, 2013; Kliauga; Ferrante, 2009; Miller, 2016). O cobre é um metal altamente empregado no setor de fabricação de fios elétricos, devido às suas propriedades de condutibilidade elétrica e resistência a corrosão (Silva, 2010). Também é empregado na fabricação de moedas, na indústria de eletrônico; e na joalheria é um metal fundamental, por ser um metal de liga (Rodrigues; Silva; Guerra, 2012).

O cobre primário pode ser separado em quatro principais produtos, sendo eles: minério de cobre (material extraído em mina); concentrado de cobre (minério extraído a partir de moagem de rochas); cobre fundido e cobre refinado, obtidos após os processos de produção (Andrade *et al.* 1997). A extração do minério de cobre pode ser realizada através de dois processos: o pirometalúrgico e o hidrometalúrgico (Silva, 2010).

No ano de 2022 estima-se que o consumo do minério de cobre no Brasil foi maior do que produzido, no qual, apenas para a fabricação de fios elétricos foram consumidas 175 mil toneladas, enquanto foram produzidas cerca de 58 mil toneladas de cobre refino em todo o país (ABCOBRE, 2023). Acredita-se que 80% da produção mundial do minério de cobre esteja em circulação, devido a sua alta reciclabilidade, podendo ser reciclado inúmeras vezes sem perder suas propriedades (Rocio *et al.*, 2012).

O cobre está presente em diversos eletroeletrônicos, como em seus fios e componentes, mesmo sendo um metal que pode ser reaproveitado, o descarte incorreto de e-lixo vem aumentando gradualmente (ABREMA, 2024). No ano de 2022, estima-se que o Brasil tenha gerado cerca de 77,1 milhões de toneladas de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), no qual, apenas 4 mil toneladas de lixo eletrônico passaram pelo descarte e reciclagem correta (ABREMA, 2024).

3.1. Oxidação do cobre

O cobre é um metal não ferroso com inúmeras características, como sua maleabilidade e alto teor de condutibilidade, uma das mais marcantes é sua coloração naturalmente avermelhada (Petiti; Toniolo; Berti; Goidanich, 2023). O processo de oxidação do cobre ocorre de forma



natural ao ser exposto ao ar atmosférico, e se houver a presença de enxofre, sua coloração passa a ser escura (Kliauga; Ferrante, 2009).

A pátina, como é chamada a oxidação mais conhecida do cobre, ocorre através do ar limpo e úmido (Ashby; Johnson, 2011). Para que o cobre passe a obter a coloração de pátina, o processo é gradual e lento, e passa por três estágios, o primeiro é uma camada fina e incolor, o segundo já apresenta uma coloração amarronzada e o estágio final é a coloração esverdeada (Simões, 1998). Atualmente, com a poluição atmosférica a pátina já não se encontra pura, mas sim com fragmentos de cloreto e sulfato de cobre (Kliauga; Ferrante, 2009).

Simões (1998), afirma que o período para o cobre passar da coloração avermelhada para a pátina, varia de acordo com o lugar no qual o metal está exposto, podendo ser de 4 a 6 anos em regiões oceânicas e até 20 anos em regiões urbanas. O uso da pátina em projetos arquitetônicos e de design já são pensados durante o processo de desenvolvimento, e para isso, são utilizados processos químicos a fim de se obter a coloração desejada para a execução do projeto (Simões, 1998).

3.2. Descarte e reciclagem

O descarte de eletroeletrônicos está cada vez maior, gerando resíduos que não são destinados da maneira correta, e apesar desses resíduos apresentarem componentes valiosos, como ouro e cobre, inúmeras vezes sua destinação final acaba por ser lixões e aterros sanitários (Araújo, 2006). A prática mais comum na reciclagem de eletroeletrônicos ainda é a queima, no qual, os componentes desses eletrônicos são expostos a altas temperaturas, levando os polímeros presentes a derreterem a fim de obter apenas o metal (Carvalho; Xavier, 2014). De acordo com Carvalho e Xavier (2014), apesar de ser uma prática comum, ainda se torna um processo prejudicial tanto para o homem como para o meio ambiente.

O cobre é um metal que pode ser reciclado inúmeras vezes, e por estar presente em resíduos eletrônicos, deve passar por uma reciclagem adequada. A trituração fina de sucata de fios e a separação dos componentes, são duas opções que possibilitam uma reciclagem mais apropriada, assim como a separação eletrostática, que faz com que os grânulos metálicos sejam atraídos pela força eletrostática, (Richard *et al.*, 2017). Outra prática mais econômica, é a decapagem manual de fios elétricos, apesar de ser um processo mais demorado, permite que os componentes presentes sejam separados e reciclados de maneira adequada, assim como é possível obter todo o metal presente desses fios (ABCOBRE, 2016).

4. Desenvolvimento do projeto

Através do processo de reciclagem de fios e cabos elétricos presentes em eletroeletrônicos descartados, foi desenvolvido e executado um projeto de joalheria utilizando o cobre como um metal em destaque através do processo de aceleração da oxidação. Para sistematizar o desenvolvimento de uma forma coerente para a produção joalheira, foi utilizado a metodologia de Cidade e Palombini (2022), nos quais os autores definem três etapas principais, a delimitação do problema, logo após a pesquisa e definição do conceito, para pôr fim, a geração de alternativas até a validação e confecção do produto. As etapas a serem seguidas para a execução do projeto são a delimitação do conceito, o processo de reciclagem do cobre para dar início aos testes de oxidação e testes de tratamento de superfície. E por fim, o processo criativo, de fabricação e montagem da peça de joia, que resultam nos objetivos pretendidos do projeto de joalheria.

4.1. Testes de oxidação

Para iniciar os testes de oxidação, foi necessário confeccionar chapas de cobre. Para isso, foram coletados lixos eletrônicos, que consistiam em fios de carregadores de celulares, cabos lan e fones de ouvidos. Esses resíduos passaram pelo processo de decapagem manual, possibilitando a separação de cada componente dos cabos, como o cobre, o material polimérico que envolvia os fios, e em alguns casos, fibras de vidro ou malha metálica. Com a separação, cada componente foi encaminhado para a reciclagem adequada, e assim, foi possível adquirir cerca de 100g de cobre. As chapas foram fabricadas com 15g de cobre, após a pesagem o processo de fabricação passou pelas etapas de fundição, laminação até adquirir o formato achatado, limpeza e polimento, após com um arco de serra, foram cortadas e obtidas 4 chapas de cobre.

Para iniciar o processo de oxidação do cobre, o primeiro teste consistiu em submergir a primeira chapa em uma solução de 60ml de água para 36g de sal, no qual a chapa ficou submersa pelo tempo de 40 minutos, e ao ser retirado, foi deixada secar em um recipiente aberto e exposta ao ambiente. A segunda chapada, foi submersa em uma solução de 60ml de vinagre para 36g de sal por 1h20, também secou em um recipiente aberto e exposta ao ambiente. Após uma semana, os resultados já eram visíveis em ambas as chapas, nas quais, apresentavam colorações diferentes do acobreado natural.

Em paralelo, o segundo teste buscou entender se o contato direto com a superfície aceleraria ainda mais o processo de oxidação. Para isso, foi depositado uma camada espessa de sal e água na primeira chapa de cobre, e na segunda, uma camada espessa de sal e vinagre, no qual, ambas as chapas ficaram secando expostas ao ambiente.

Após uma semana, os resultados já eram visíveis tanto nas chapas do primeiro teste quanto nas do segundo teste, e podem ser vistos na Figura 1. As chapas do primeiro teste apresentaram novas colorações (Figura 1A), a chapa que obteve o melhor resultado foi a submersa em vinagre e sal, apresentando pontos esverdeados em toda sua superfície. Entretanto, as chapas que haviam sido recobertas (Figura 1B) com as camadas de sal e água, e também, de sal e vinagre, apesar de apresentarem colorações esverdeadas interessantes, ao remover o sal residual do cobre, a coloração também era removida.

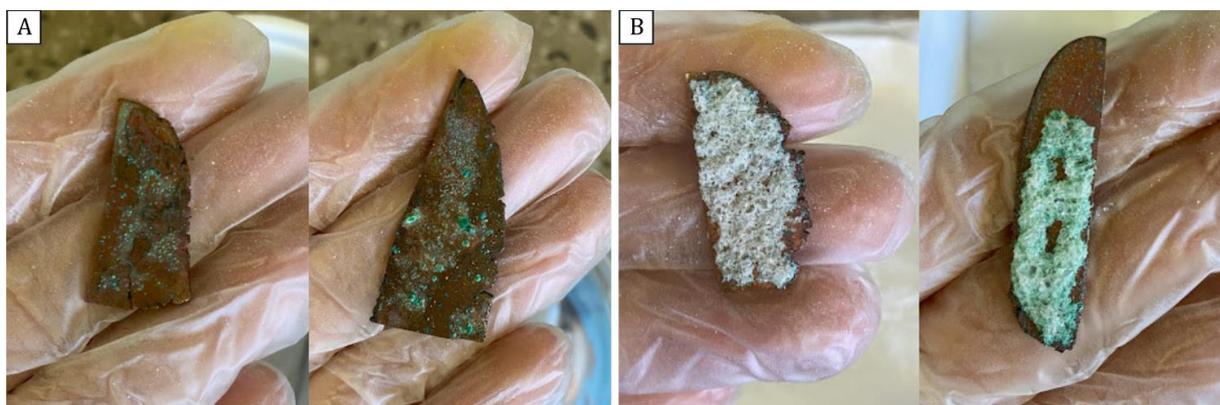


Figura 1: Resultados: (A) chapas do primeiro teste e (B) chapas do segundo teste. Fonte: Autores (2025).

Apesar do bom resultado do primeiro teste, foi possível notar que a parte das chapas que secaram em contato com a superfície, não apresentaram uma mudança significativa em sua coloração, sendo assim, para isso um terceiro teste foi realizado. Para o terceiro teste, foi necessário confeccionar mais algumas chapas de cobre, que passaram pelo mesmo processo de

fabricação anterior (15g de cobre que foram fundidas, laminadas, cortadas e polidas), mas receberam um furo na parte superior de cada chapa, para que após a submersão, ficassem suspensas para a secagem.

Sendo assim, a primeira chapa do terceiro teste foi submersa em 60ml de vinagre para 36g de sal por 1h20. A segunda chapa, ficou submersa na mesma solução, mas por 2h. Ambas as chapas secaram de forma suspensa, sem nenhum contato com qualquer superfície, e expostas ao ambiente. Assim como no primeiro e segundo teste, após uma semana o resultado do terceiro teste já era visível, como pode ser visto na Figura 2. As chapas apresentaram a coloração esverdeada em ambos os lados, e a chapa que apresentou o melhor resultado foi a que ficou submersa por 2h.



Figura 2: Resultado do terceiro teste. Fonte: Autores (2025).

Para melhor compreensão dos testes realizados, o Quadro 1 busca condensar todas as informações; a composição da solução em que a chapa foi exposta, a duração e o resultado após uma semana, para que possam ser comparadas.

Quadro 1: Compilação dos testes de oxidação.

Testes de oxidação				
Testes	Chapa	Composição	Duração	Resultados após uma semana
1	1	60 ml de água e 36g de sal	40 min	Coloração amarronzada e levemente esverdeada, mas apenas em um dos lados da chapa
1	2	60 ml de vinagre de álcool e 36g de sal	1h	Coloração esverdeada, mas apenas em um dos lados da chapa
2	1	Sal e água (camada grossa)	Secou ao ar livre	Coloração esverdeada, mas era retirada ao retirar o resíduo de sal
2	2	Sal e água (camada grossa)	Secou ao ar livre	Coloração esverdeada, mas era retirada ao retirar o resíduo de sal
3	1	60 ml de vinagre de álcool e 36g de sal	1h20	Apresentou uma pátina em toda a chapa
3	2	60 ml de vinagre de álcool e 36g de sal	2h	Apresentou uma pátina em toda a chapa

Fonte: Autores (2025).

Durante a realização do terceiro teste, notou-se que as chapas do primeiro teste continuaram a oxidar gradativamente, sendo assim, se fez necessário pensar em como cessar esta oxidação

para a proteção do usuário ao utilizar a peça final. Para isso, foram feitos testes de tratamento de superfície do cobre oxidado.

4.2. Testes de tratamento da superfície oxidada

A oxidação do cobre já é um processo que ocorre naturalmente, e após os testes, a pátina presente na superfície foi aumentando gradualmente com o passar do tempo, sendo assim, notou-se a necessidade de realizar testes de tratamento da superfície para cessar essa oxidação do metal. Para os testes de tratamento de superfície, foram utilizados inicialmente três cessantes, a cera de abelha, o verniz marítimo e a resina epóxi, que foram aplicados em uma chapa de cobre já oxidado, e podem ser vistos na Figura 3. O primeiro cessante utilizado foi a cera de abelha, que apresenta uma cor característica e espessura já considerável, ao ser aplicada na chapa de cobre, já foi possível notar que não houve uma total adesão do material, com pouca fixação, além de ocultar a coloração esverdeada da chapa (Figura 3A). O segundo teste com o verniz marítimo, foi utilizado no intuito de gerar um revestimento controle, ao ser aplicado com o auxílio de um pincel, o verniz já demonstrou uma secagem rápida sem afetar a pátina criada pelo cobre (Figura 3B). O terceiro teste foi a aplicação de resina epóxi com catalizador, ao secar na chapa, a resina apresentou uma inconsistência de espessura, criando partes mais grosseiras que obstruíam o esverdeado da chapa (Figura 3C).

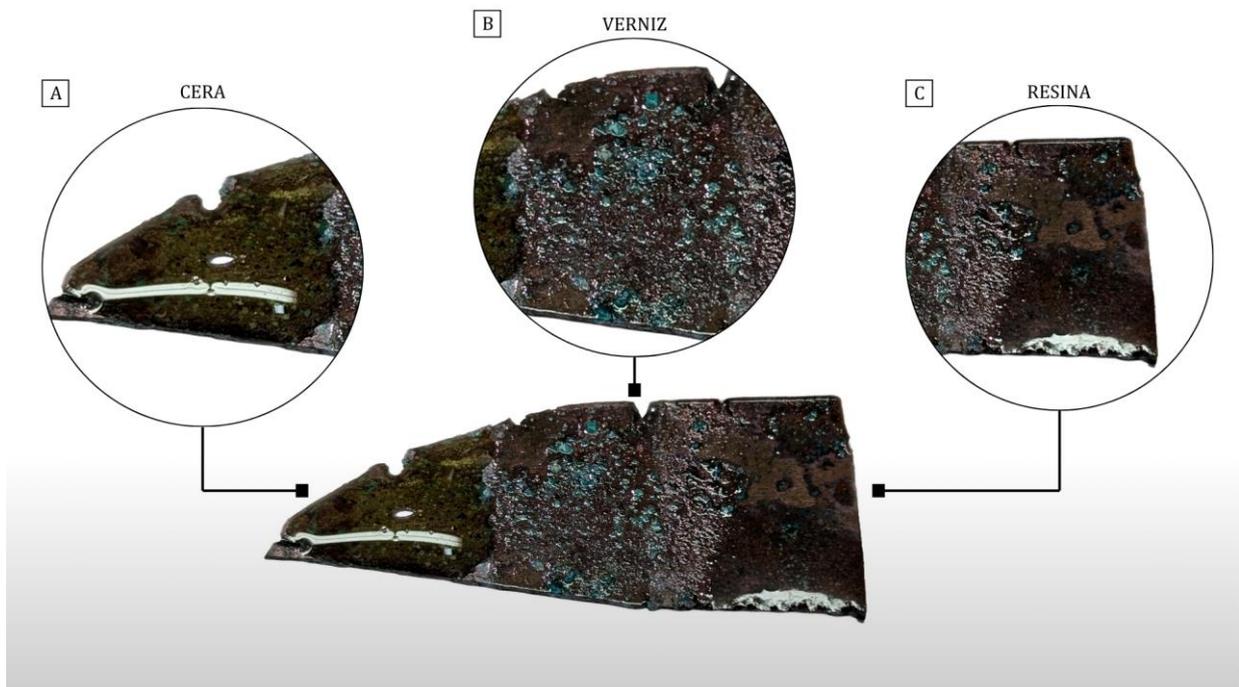


Figura 3: Resultado dos cessantes: (A) cera de abelha, (B) verniz marítimo e (C) resina epóxi. Fonte: Autores (2025).

Os resultados dos três primeiros testes apontaram que o mais indicado seria o verniz marítimo, pois não apresentou interferência na coloração da chapa, além da adesão rápida do material. Entretanto, por se tratar de um material sintético, o processo de fabricação da peça de joia visa priorizar materiais mais sustentáveis, com isso foi realizado um quarto teste utilizando a goma laca, que se trata de uma resina natural com propriedades biodegradáveis.

Foram aplicadas finas camadas de goma laca, com o auxílio de um pincel, sob a chapa de cobre oxidado, ao entrar em contato com a superfície a goma secou rapidamente, deixando uma camada brilhante sem alterar a coloração presente da pátina. Com o resultado obtido, o cossante escolhido para ser utilizado nas chapas oxidadas que compõem a peça de joia, foi a goma laca.

4.3. Processo criativo e de fabricação

Para o desenvolvimento do processo criativo, as principais inspirações foram as colorações das chapas oxidadas do cobre, as cores esverdeadas de maneira irregular lembraram texturas e cores da própria natureza. Sendo assim, foi criado um painel de inspirações através de imagens com elementos da natureza que remetesse a texturas e diversas cores. Com a utilização da técnica “olho mágico”, que consiste em auxiliar na visão mais microscópica do painel, foi possível criar formas orgânicas e geométricas, como pode ser visto na Figura 4, e que posteriormente foram traduzidas em desenhos de peças de joias.



Figura 4: Técnica do “olho mágico” com desenhos. Fonte: Autores (2025).

Levando em consideração a textura das cores que a oxidação criou nas chapas, a peça escolhida para ser fabricada foi um par de brincos, o desenho da peça está exemplificado na Figura 5. A escolha da confecção de um par de brincos se deu devido a necessidade de a oxidação não entrar em contato com a pele do usuário, mas sem perder o destaque na peça. Sendo assim, optou-se por fabricar as peças de maior contato em prata, mesclando um metal nobre e um metal de liga, trazendo mais significado e contraste na peça de joia.

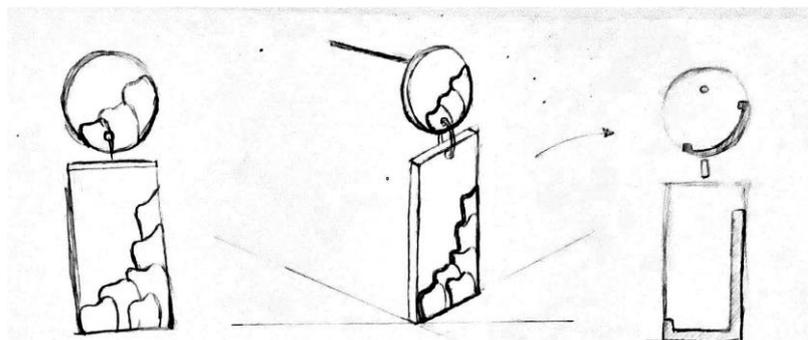


Figura 5: Desenho da peça escolhida para ser fabricada. Fonte: Autores (2025).

O processo de fabricação iniciou a partir da execução de um *mock-up* da peça realizado no *software* de modelagem 3D Rhinoceros®, com a finalidade de ajustar os tamanhos e texturas necessárias da peça, e também poder pré-visualizar através da renderização, como será seu modelo final. Com a modelagem finalizada, as peças a serem fabricadas em prata, visto na Figura 6, passaram pelo processo de usinagem de cera perdida, para realizar esse processo, primeiro as peças são feitas em cera e montadas em uma árvore para a fundição de prata (Figura 6A). Com a fundição pronta (Figura 6B), as peças usinadas são cortadas da árvore, em seguida limadas e lixadas para a soldagem dos pinos dos brincos. Após a solda, as peças foram novamente limadas, lixadas, e por fim polidas para a montagem final com as chapas oxidadas de cobre (Figura 6C).

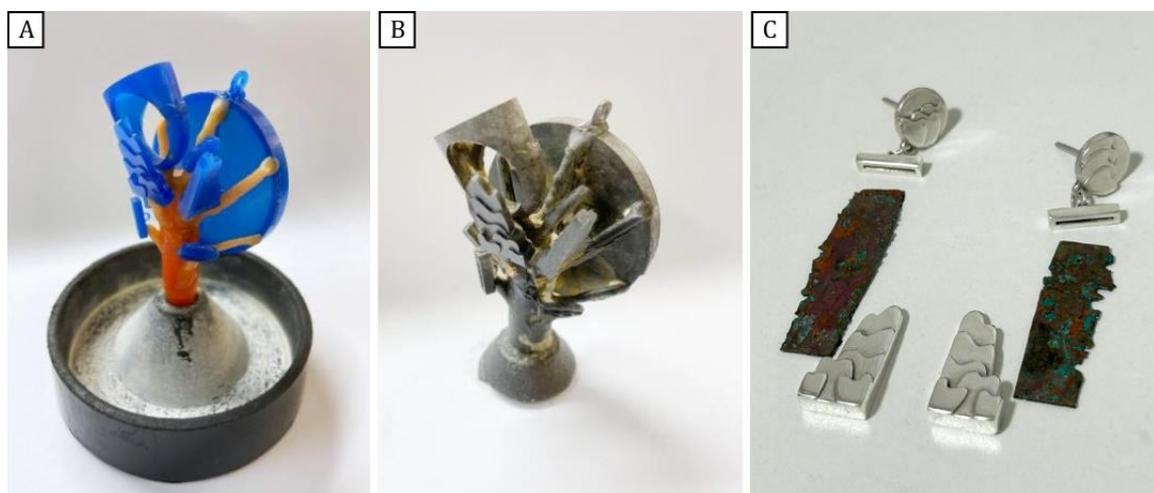


Figura 6: Processo de fabricação: (A) árvore de usinagem em cera, (B) fundição finalizada e (C) peças prontas para a montagem final. Fonte: Autores (2025).

Antes de iniciar o processo de montagem dos brincos, as chapas oxidadas de cobre foram tratadas com a goma laca, o cessante eleito nos testes de tratamento de superfície. Foi realizada a aplicação de uma fina camada de cessante, com o auxílio de um pincel, em ambos os lados da chapa, a primeira camada secou por 1h antes de receber a segunda aplicação da goma laca. Para a montagem final, as chapas tratadas secaram por 12h antes de serem coladas às peças de prata, sendo finalizado o par de brincos.

5. Resultados

Os resultados obtidos foram validados através da confecção de um par de brincos com chapas de cobre oxidado, como pode ser visto na Figura 7. Cada oxidação é única e se desenvolve de forma gradual, adicionando uma característica singular para cada brinco e mesmo sendo um par eles se diferem. Com o par finalizado, foi possível pesar cada brinco, no qual, ficaram com 8g e 7,5g, respectivamente, ergonomicamente as peças não pesam na orelha do usuário, e também não apresentam pontas afiadas. O cobre não entra em contato com a pele do usuário em nenhum momento de seu uso.



Figura 7: Par de brincos finalizado e na orelha do usuário. Fonte: Autores (2025).

6. Considerações Finais

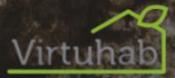
Este artigo visou apresentar novas técnicas para evidenciar o cobre na joalheria contemporânea, através da reciclagem e oxidação do material. Os testes de oxidação realizados durante a execução do projeto, foram satisfatórios, apresentaram uma coloração esverdeada e também trouxeram uma singularidade para a peça que foi fabricada. A oxidação pode ser uma aliada na criação de peças únicas, perceber que esse processo ocorre de maneira gradual e natural, possibilita entender quando se faz ou não necessário usar um cessante. Durante o processo, identificou-se que seria necessário para proporcionar maior conforto do usuário a utilização de um cessante. Entretanto, a utilização deste pode se adequar a necessidade do designer, como auxiliar e controlar a coloração desejada da peça. Além disso, a joalheria contemporânea pode ser uma ferramenta fundamental na valorização e promoção do cobre, apesar de não apresentar uma alternativa para a reciclagem em larga escala deste material.

Agradecimentos

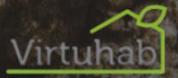
Trabalho apoiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, por meio da Chamada CNPq/MCTI Nº 10/2023 – UNIVERSAL, e pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul – FAPERGS, por meio do Edital FAPERGS 09/2023 – Programa Pesquisador Gaúcho – PqG.

Referências

- ARAÚJO, M. C. P. de. Reciclagem de fios e cabos elétricos. 2006. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- ANDRADE, M. L. A.; CUNHA, L. M. S.; FULDA, R. S., KELLER, M. C.; VIEIRA, J. R. M. Indústria do Cobre. Banco Nacional do Desenvolvimento (BNDES), Rio de Janeiro. 1997.
- Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente (ABREMA). Panorama dos Resíduos Sólidos do Brasil 2023.
- Associação Brasileira do Cobre - ABCOBRE. Anuário Brasileiro de Cobre 2023. São Paulo - SP. 2023.



- ASHBY, M.; JOHNSON, K. *Materiais e Design. Arte e ciência da seleção de materiais no design de produto*. Rio de Janeiro: Elsevier Editora, 2011.
- CARVALHO, T. C.; XAVIER, L. H. *Gestão de Resíduos Eletroeletrônicos*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.
- CIDADE, M. K.; PALOMBINI, F. L. *Design de joias: proposição de metodologia para ensino voltado ao mercado joalheiro*. *Design & Tecnologia*, vol. 12, nº 24. 2022.
- GOLA, Eliana. *A joia: história e design*. 2ª ed. São Paulo: Editora Senac São Paulo. 2017.
- GUERRA, A. L. S.; MATTÉ, V. A.; CIDADE, M. K. *Tipos móveis e ourivesaria: Origens e inter-relações dos processos de fabricação*. *Educação Gráfica*. Bauru. Vol. 22. Nº 3. Pp. 18 – 30. 2018.
- International Copper Association. *Regional trends and the green energy transition are expected to increase global copper demand by 12.6Mt from 2020 to 2040*. 2024. Disponível em: <<https://internationalcopper.org/resource/regional-trends-and-the-green-energy-transition-are-expected-to-increase-global-copper-demand-by-12-6mt-from-2020-to-2040/>>. Acesso em: 14 nov. 2024.
- KLIUGA, A. M., FERRANTE, M. *Metalurgia básica para ourives e designers – do metal à joia*. São Paulo: Edgar Blücher, 2009.
- LEFTERI, C. *Materiais em design*. São Paulo: Blucher, 2015.
- MERCALDI, M. A.; MOURA, M. *Definições da joia contemporânea*. *ModaPalavra E-periódicos*. Ano 10, n. 19, p. 57-64. 2017.
- MILLER, J. *Jewel: A Celebration of Earth's Treasures*. Londres: Dorling Kindersley Limited. 2016.
- MOSTARDEIRO, M. E. S.; ODERICH, A. L.; CIDADE, M. K. *Desenvolvimento de joia mediante a reciclagem de vidros e processos de fabricação multidisciplinares*. *Plural Design*. Univille. V.2-N.1. 2019.
- PETITI, C.; TONIOLO, L.; BERTI, L.; GOIDANICH, S. *Artistic and Laboratory Patinas on Copper and Bronze Surfaces*. *Appl. Sci.* 13, 11873. 2023.
- RICHARD, G.; TOUHAMI, S.; ZEGHLOUL, T.; DASCALESCU, L. *Optimization of metals and plastics recovery from electric cable wastes using a plate-type electrostatic separator*. *Waste Management (Elmsford)*. p. 112-122. 2017.
- ROCIO, M. A. R. et al. *Perspectivas atuais da indústria de cobre no Brasil*. *Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES)*. p. 398-428. 2012.
- RODRIGUES, M. A.; SILVA, P. P.; GUERRA, W. *Cobre*. *Química nova na escola*. vol. 34, nº 3, p. 161-132, 2012.
- SANTOS, R. *Joias: Fundamentos, processos e técnicas*. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2017.
- SILVA, S. A. *Uso de buscas de documentos de patentes na área de processamento mineral – Um estudo de caso direcionado para a construção de panoramas tecnológicos sobre processos de produção de cobre*. *Dissertação (Mestrado Profissional em Propriedade Intelectual e Inovação) – Coordenação de Pesquisa e Educação em Propriedade Intelectual, Inovação e Desenvolvimento, Instituto Nacional da Propriedade Industrial, Rio de Janeiro, 2010*.
- SIMÕES, J. R. L. *Tecnologia do cobre na arquitetura: cobertura de edifícios*. São Paulo: Pini; PROCOPRE - Instituto Brasileiro do Cobre, 1998.



SKINNER, D. Contemporary Jewelry in Perspective. Asheville, NC: Lark Crafts; Art Jewelry Forum, 2013.

TENUTA, L.; TESTA, S.; FREITAS, F. A.; CAPELLIERI, A. Sustainable Materials for Jewelry: Scenarios from a Design Perspective. Sustainability, 16, 1309. doi.org/10.3390/su16031309. 2024.