

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Escola de Belas Artes

Programa de Pós-Graduação em Artes

João Henrique Ribeiro Barbosa

AS OBRAS “BICHO” E “TREPANTE” DA ARTISTA LYGIA CLARK:

Materiais e técnicas construtivas

Belo Horizonte
2022

João Henrique Ribeiro Barbosa

AS OBRAS “BICHO” E “TREPANTE” DA ARTISTA LYGIA CLARK:

Materiais e técnicas construtivas

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Artes da Escola de Belas Artes da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Arte

Área de concentração: Preservação do Patrimônio Cultural

Orientadora: Dra. Magali Melleu Sehn

Belo Horizonte

2022

Ficha catalográfica
(Biblioteca da Escola de Belas Artes da UFMG)

709.81A C593o 2022	<p>Barbosa, João Henrique Ribeiro, 1990- As obras “Bicho” e “Trepante” da artista Lygia Clark [manuscrito] : materiais e técnicas construtivas / João Henrique Ribeiro Barbosa. – 2023. 328 p. : il.</p> <p>Orientadora: Magali Melleu Sehn.</p> <p>Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Belas Artes, 2022. Inclui bibliografia.</p> <p>1. Clark, Lygia, 1920-1988. – Teses. 2. Arte brasileira – Séc. XX – Teses. 3. Arte – Técnica – Teses. 4. Arte – Conservação e restauração – Teses. I. Sehn, Magali Melleu, 1961- II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Belas Artes. III. Título.</p>
--------------------------	--



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE BELAS ARTES
COLEGIADO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARTES

FOLHA DE APROVAÇÃO

Folha de Aprovação - Assinatura da Banca Examinadora na Defesa de Tese do aluno **JOÃO HENRIQUE RIBEIRO BARBOSA** - Número de Registro - **2018664250**.

Título: “AS OBRAS “OS BICHOS” E “TREPANTES” DA ARTISTA LYGIA CLARK: Materiais e técnicas construtivas”

Profa. Dra. Magali Melleu Sehn – Orientadora – EBA/UFMG

Profa. Dra. Rosario Llamas-Pacheco – Titular – Universitat Politècnica de València

Profa. Dra. Virginia Costa – Titular – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Dr. João Cura D’Ars Figueiredo Junior – Titular – EBA/UFMG

Prof. Dr. Willi de Barros Gonçalves – Titular – EBA/UFMG

Belo Horizonte, 22 de agosto de 2022.



Documento assinado eletronicamente por **João Cura D Ars de Figueiredo Junior, Professor do Magistério Superior**, em 21/09/2022, às 09:47, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Magali Melleu Sehn, Professora do Magistério Superior**, em 21/09/2022, às 14:20, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Willi de Barros Goncalves, Professor do Magistério Superior**, em 23/09/2022, às 12:41, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Rosario Llamas-Pacheco, Usuário Externo**, em 26/09/2022, às 06:47, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Virgínia Costa, Usuária Externa**, em 29/09/2022, às 03:47, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Mariana de Lima e Muniz, Coordenador(a)**, em 30/09/2022, às 19:32, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1742213** e o código CRC **CC69501A**.

Para meu pai e minha mãe.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha orientadora, professora Dra. Magali Melleu Sehn, por ter aceitado o desafio de me orientar e por ter apostado na importância deste estudo. Agradeço pela paciência, pela leitura, pelos encontros, pelos apontamentos no desenvolvimento do texto, pelo auxílio no diálogo com os colecionadores, museus e fundações, e por compartilhar um pouco da sua experiência. E, finalmente, por ter compreendido os meus esquecimentos, os atrasos, as lentidões e as surpresas que nasceram pelo caminho.

Agradeço à professora Dra. Virgínia Costa, que me acompanhou logo no início da pesquisa. Agradeço pelas sugestões de bibliografia, por me ensinar a questionar e a examinar as ligas metálicas, pela acolhida nas visitas a Porto Alegre e pela correção cuidadosa e criteriosa nas diversas versões deste texto.

À professora Dra. Isolda Mendes, pelo interesse em participar da pesquisa, pelo auxílio durante a identificação das obras, pelos apontamentos necessários para a discussão dos resultados e pela generosidade na correção dos gráficos.

À professora Dra. Rosario Llamas-Pacheco, pelo interesse e disponibilidade, pelas contribuições e pela leitura desse trabalho.

Aos professores Drs. Willi de Barros e João Cura D’Ars, membros da banca de qualificação e da banca final, por terem me acompanhado desde o início da graduação e por terem despertado meu interesse pela conservação preventiva e pelos metais.

Ao professor Dr. Fabrício Fernandino, pelo estímulo e generosidade, e por partilhar um pouco da sua vasta experiência na criação e na concepção de obras em metal.

Ao professor Dr. Luiz Souza, pela oportunidade de estudar arte concreta brasileira e de conhecer profissionais comprometidos com a pesquisa em arte.

À Dra. Corina Rogge, por gentilmente me acompanhar na visita à coleção do MFAH, por realizar as identificações nas obras desse importante museu e, sobretudo, por partilhar as análises das obras.

À professora Dra. Rita Macedo, pela leitura cuidadosa na qualificação.

À equipe do Programa de Pós-Graduação da Escola de Belas Artes da UFMG.

À CAPES, pela bolsa de doutorado que viabilizou o desenvolvimento desta pesquisa.

À Associação Cultural Lygia Clark, em especial a Bento Vianna, Juliano Werneck, pelo empenho e disponibilidade que tornaram o desenvolvimento deste trabalho possível, e ao Sr. Álvaro Clark, pela disponibilidade, acolhida e abertura, mas sobretudo por valorizar e incentivar essa pesquisa.

Aos senhores Rose e Alfredo Setúbal, por me oferecerem gentilmente a oportunidade de estudar as obras da sua coleção; e a seus funcionários, em especial, Célia Cristina V. Kunigonis, Ana Cristina de Rezende, Sônia Grosso e Jonathas Bastos Junior, pela disponibilidade.

À equipe da Pinacoteca do Estado de São Paulo, em especial a Tatiana Ruosso pelas sugestões na elaboração da pesquisa, e a Gabriela de Oliveira, pela paciência e empenho durante os vários agendamentos no museu.

Ao Museu de Arte Contemporânea da Universidade de São Paulo, em especial a Márcia Barbosa e Ariane Lavezzo, pelo acolhimento e pela oportunidade de discutir esta pesquisa.

À equipe do Museu de Arte Moderna do Rio de Janeiro, em especial a Verônica Cavalcante e Aline Siqueira, pela assistência prestada durante a pesquisa na instituição.

À Fundação Bienal de São Paulo, em especial a Marcele Souto, pelo acompanhamento e sugestões para a pesquisa.

A Bruna Araújo, da Pinakothek Cultural (Rio de Janeiro), pela disponibilidade e generosidade.

Ao meu pai, Evandro, minha mãe, Tereza, por me darem todo o apoio e a estrutura necessária para a escrita e elaboração deste estudo. À minha irmã Clarice, Fábio e à sua família, pelos diversos momentos de apoio, conversa e alegria. A minha irmã Cecília e ao Marcin, pela disponibilidade, paciência e pelas brincadeiras, que tornaram essa tese mais leve. À minha irmã Manu, pelas palavras de ânimo e consolo, pelas variadas sugestões e pelo estímulo e coragem em sempre continuar, mesmo diante dos inúmeros obstáculos e desafios.

A meu sogros, Hélio e Débora, pela paciência e ajuda, e por estarem sempre disponíveis.

À Isabela Cristina, minha esposa, por me acompanhar durante essa pesquisa com carinho e atenção, e, sobretudo, por ter aceitado participar de tantos outros momentos que virão.

À minha filha Maria Clara, por desde cedo me ensinar a nunca desistir.

E a Jesus, Maria, São José e Santa Teresinha, por estarem sempre presentes, do começo ao fim.

RESUMO

Esta pesquisa tem como tema o estudo detalhado de uma seleção de obras das séries *Bicho* e *Trepante* da artista Lygia Clark (1922-1988) com vistas à preservação da arte moderna brasileira. Tais obras foram produzidas na década de 1960 e foram manipuladas pelo público, conforme a proposta inovadora concebida pela artista. Atualmente, por motivos de conservação das obras, a proposta não é mais seguida. As obras da série *Bicho* e *Trepante* apresentam diversos desafios para a preservação: a introdução de novos materiais cujos agentes de deterioração são ainda desconhecidos; a adaptação de métodos construtivos industriais; a ausência de datação e assinatura nas obras; a atuação conjunta do artista com fabricantes; e o emprego de diferentes nomenclaturas para a descrição das obras (maquetes, versões, múltiplos e réplicas). Sendo assim, a pesquisa se propõe a investigar quais as motivações da artista para o uso das ligas metálicas modernas; identificar os elementos metálicos presentes nas obras por meio de equipamento de Espectroscopia de Fluorescência de Raios X por Dispersão de Energia; apontar as técnicas utilizadas pela artista; e sugerir procedimentos para preservação das obras. A metodologia empregada consistiu em pesquisa histórica e bibliográfica; exame visual das obras visando evidenciar técnicas utilizadas na sua confecção, análise por XRF para identificar os materiais constituintes e exame visual para identificar possíveis sinais de deterioração. Para tanto, seis obras foram selecionadas: *O Antes é o Depois* (1963) e *Trepante* (1965), ambas em aço inoxidável; *Bicho relógio de sol* (1960) e *Bicho (máquina)* (1962) em alumínio anodizado em amarelo; e *Bicho relógio de sol* (1960), *Bicho* (1960), *Bicho* (1963) em alumínio. Os resultados encontrados na pesquisa indicam que a artista elaborou suas obras, mas também contou com o auxílio de fabricantes nacionais e internacionais na elaboração de máquinas, ferramentas e técnicas construtivas. Além disso, foi possível identificar a presença de liga de alumínio nos *Bichos* e liga de aço inoxidável no *Trepante*. A aparência externa de ambas as ligas é semelhante, porém é possível distingui-las segundo critérios visuais, tais como: forma geral da obra, espessura da folha, tipo de polimento e técnica de montagem. Por fim, construímos um glossário e um panorama dos riscos associados a cada dano, bem como sugerimos recomendações para manipulação, exibição e higienização das peças. Dessa forma, é possível afirmar que o estudo dos materiais e das técnicas nas séries *Bicho* e *Trepante* da artista Lygia Clark permite reconhecer a singularidade de cada obra e propor medidas para a sua preservação.

Palavras-chave: Lygia Clark; *Bicho*; *Trepante*; ligas metálicas modernas; materiais e técnicas construtivas; conservação.

ABSTRACT

This research has as its theme the detailed study of a selection of works of Lygia Clark (1922-1988) from the series *Bicho* and *Trepante* with the purpose to the preservation of Brazilian modern art. These works were produced in the 60s and were manipulated by the public, according to the innovative proposal conceived by the artist. Currently, for conservation reasons, this proposal is no longer developed. The *Bicho e Trepante* series presents several challenges for preservation: the introduction of new materials whose agents of deterioration are still unknown; the adaptation of industrial construction methods; the absence of dating and signature on the works; the joint performance of the artist with manufacturers; and the use of different terminologies for the description of the works (models, versions, multiples, and replicas). Therefore, this research proposes to: investigate the artist's motivations for the use of modern metal alloys; identify the metallic elements present in the works through Energy Dispersion X-Ray Fluorescence Spectroscopy equipment; point out the techniques used by the artist; evidence the changes presented by the works; and suggest procedures for the preservation of works. The methodology consisted in historical and bibliographic research; visual inspection visual examination of the works aiming to evidence techniques used in their confection, XRF analysis to identify the constituent materials and visual examination to identify possible signs of deterioration. Therefore, six works were selected: “O Antes é o depois” (1963) and “Trepante” (1965), both in stainless steel; “Bicho relógio de sol” (1960) and “Bicho máquina” (1962) in yellow anodized aluminum; and “Bicho relógio de sol” (1960), “Bicho” (1960), “Bicho” (1963) in aluminum. One of the research results indicates that the artist elaborated her artworks, but she also had the skill of national and international manufacturers; they made machines and instruments. In addition, it was possible to identify the presence of aluminum alloy in all the “Bichos” and stainless steel alloy in “Trepante”. The external appearance of both alloys is similar. Still, it is possible to distinguish both according to visual criteria such as the general shape of the work, sheet thickness, type of polishing, and assembly technique. Finally, a glossary and an overview of the risks associated with each damage was made, as well as recommendations for handling, display, and cleaning. In this way, it is possible to affirm that the study of materials and techniques in the series *Bicho e Trepante* by the artist Lygia Clark allows us to recognize the uniqueness of each work, proposing measures for its preservation.

Keywords: Lygia Clark; *Bicho*; *Trepante*; modern metal alloys; materials and techniques; art conservation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Lygia Clark utilizando aerógrafo, aparentemente em um suporte rígido de madeira, com o auxílio de um assistente	33
Figura 2 – Lygia Clark, <i>Sobre o redondo</i> , exibida na Galeria Bonino em 1960	36
Figura 3 – Registro da “I Exposição Neoconcreta” (MAM-SP/1961) com um <i>Bicho</i> em primeiro plano	38
Figura 4 – Sala especial “Lygia Clark e seus Bichos” na VII Bienal de São Paulo (1963)	39
Figura 5 – Registro de Lygia Clark com um <i>Trepante</i> em 1972	42
Figura 6 – À esquerda, Paul Keeler, fundador da galeria Signals London, e à direita, o artista David Medalla, ambos na exibição da exposição de Lygia Clark na galeria Signals London (1965)	43
Figura 7 – Lygia Clark manipulando um <i>Bicho</i> na VI Bienal de São Paulo (1961)	45
Figura 8 – Lygia Clark em ateliê no Rio de Janeiro no começo da década de 1960	49
Figura 9 – <i>Roupa-corpo-roupa ou Eu e o outro</i> apresentada no MAM-RJ em 1967	53
Figura 10 – Documento da exposição <i>Unlimited</i> , possivelmente realizada na Arnolfini Gallery	55
Figura 11 – <i>Bicho caranguejo</i> , de Lygia Clark, tiragem 382/1000 (1984); 28 x 15 cm, MAM-RJ	62
Figura 12 – Exposição de Lygia Clark realizada no Gabinete de Arte Raquel Arnaud (SP) em 1982	63
Figura 13 – <i>Bicho</i> (1960/1984), dimensões variáveis, em coleção privada	66
Figura 14 – <i>Bicho relógio de sol</i> (1960-63), MAM-RJ	72
Figura 15 – <i>Bicho Relógio do sol</i> (1960), Fundação Nemirovsky	73
Figura 16 – Modelo para <i>Bicho Relógio do sol</i> (1960); destaque para peças menores (A) e maiores (B)	74
Figura 17 – <i>Bicho Relógio do sol</i> (1960) da Fundação Nemirovsky com movimento feito por peça maior (seta vermelha) e menor (seta azul)	74
Figura 18 – <i>Bicho</i> (1963), da Coleção Setúbal	75
Figura 19 – Modelo de <i>Bicho</i> (1963) da Coleção Setúbal com peças maiores (A), seus complementos (B) e peças menores (C)	76
Figura 20 – <i>Bicho</i> (1963) da Coleção Setúbal com duas peças maiores (seta vermelha) e parte complementar (seta amarela)	76
Figura 21 – <i>Bicho</i> (1963) da Coleção Setúbal com três peças menores (seta vermelha)	77
Figura 22 – <i>Bicho</i> (1960), Coleção Setúbal	78
Figura 23 – <i>Bicho</i> (1960) da Coleção Setúbal com peça quadrada (seta vermelha) que une dois conjuntos de peças	78
Figura 24 – <i>Bicho máquina</i> (1962), MFAH	80
Figura 25 – <i>Bicho máquina</i> (1962) do MFAH em uma mesa e a manipulação das folhas: as duas peças em forma de quadrante movimentam também as peças triangulares	81
Figura 26 – <i>Bicho máquina</i> (1962) do MFAH com algarismos arábicos seguidos por dois quadrados	81
Figura 27 – <i>O antes é o depois</i> (1963), atualmente na Coleção Setúbal	81
Figura 28 – Vista da obra <i>O antes é o depois</i> (1963) da Coleção Setúbal	83
Figura 29 – <i>O antes é o depois</i> (1963) da Coleção Setúbal com o encontro entre os círculos (seta) e encaixe com dobra (círculo)	83

Figura 30 – <i>Trepante</i> (1965), atualmente no MFAH	84
Figura 31 – <i>Trepante</i> (1965), atualmente no MFAH	85
Figura 32 – <i>Estudo para Trepante</i> (1964) de Lygia Clark	85
Figura 33 – Modelo de <i>Bicho relógio de sol</i> com as folhas produzidas após o corte	87
Figura 34 – Marcas semelhantes às produzidas por lima na espessura de <i>Bicho relógio de sol</i> (1960-63) do MAM-RJ	87
Figura 35 – Modelo de <i>Bicho relógio de sol</i> com peça menor e subdivisões recortadas em zig-zague	88
Figura 36 – Modelo de <i>Bicho relógio de sol</i> com peça maior e subdivisões recortadas em zig-zague	88
Figura 37 – Subdivisões interna e externa no <i>Bicho relógio de sol</i> (1960-63) do MAM-RJ	89
Figura 38 – Sulco nas áreas de encontro dos recortes (setas em vermelho) no <i>Bicho relógio de sol</i> (1960-63) do MAM-RJ	89
Figura 39 – Recorte com desnível (reta amarela) e com espaço (seta vermelha) no <i>Bicho relógio de sol</i> (1960-63) do MAM-RJ	89
Figura 40 – Recorte arredondado (seta amarela) em em linha reta (seta vermelha) no <i>Bicho relógio de sol</i> (1960-63) do MAM-RJ	90
Figura 41 – Recorte das extremidades ligeiramente inclinado (seta vermelha) no <i>Bicho relógio de sol</i> (1960-63) do MAM-RJ.	90
Figura 42 – <i>Bicho relógio de sol</i> (1960) da Fundação Nemirovsky com ângulo reto (seta vermelha) e encaixes sem espaço (seta amarela)	90
Figura 43 – <i>Bicho relógio de sol</i> (1960) da Fundação Nemirovsky com recorte estreito e amplo (seta)	91
Figura 44 – Modelo de <i>Bicho</i> (1963) da Coleção Setúbal com as oito peças cortadas	91
Figura 45 – Modelo de <i>Bicho</i> (1963) da Coleção Setúbal com as oito peças recortadas em zig-zague	91
Figura 46 – Recorte com subdivisão menor e maior (chave) em <i>Bicho</i> (1963) da Coleção Setúbal	92
Figura 47 – Borda com ranhura (seta vermelha) e recorte estreito e largo (círculo) em <i>Bicho</i> (1963) da Coleção Setúbal	92
Figura 48 – Recorte vazado em <i>Bicho</i> (1963) da Coleção Setúbal (seta)	92
Figura 49 – Recorte realizado com serra de mão (círculo) em <i>Bicho</i> (1963) da Coleção Setúbal	93
Figura 50 – <i>Bicho</i> (1960) da Coleção Setúbal com borda com a presença de ranhuras (seta)	93
Figura 51 – Modelo de peça quadrada de <i>Bicho</i> (1960) da Coleção Setúbal com subdivisões (chave) e incisões (seta) após o recorte	94
Figura 52 – Modelo de peça triangular de <i>Bicho</i> (1960) da Coleção Setúbal com subdivisões (chave) e incisões (seta) após o recorte	94
Figura 53 – Modelo de peça quadrada de <i>Bicho</i> (1960) da Coleção Setúbal com incisões após o recorte	94
Figura 54 – Variação no comprimento dos recortes (linha pontilhada) e lacunas (setas) em <i>Bicho</i> (1960) da Coleção Setúbal	95
Figura 55 – <i>Bicho</i> (1960) da Coleção Setúbal com recortes iniciados, mas interrompidos	96
Figura 56 – <i>Bicho máquina</i> (1962) do MFAH com folha triangular	96
Figura 57 – <i>Bicho máquina</i> (1962) do MFAH com um quadrante	97
Figura 58 – Modelo de <i>Bicho máquina</i> (1962) do MFAH: peça triangular após corte (a) e recorte (b)	97

Figura 59 – Modelo de <i>Bicho máquina</i> (1962) do MFAH com duas folha triangulares com forma única	98
Figura 60 – Diferentes tamanhos nas subdivisões (círculo) do <i>Bicho máquina</i> (1962) do MFAH	98
Figura 61 – Diferentes tamanhos para subdivisões (círculo) no <i>Bicho máquina</i> (1962) do MFAH	99
Figura 62 – <i>Bicho máquina</i> do MFAH com deformações nas subdivisões (seta)	99
Figura 63 – Modelo de peças (linha contínua) para <i>O antes é o depois</i> (1963) da Coleção Setúbal	100
Figura 64 – Modelo para duas partes (linha contínua) de <i>O antes é o depois</i> (1963) da Coleção Setúbal	100
Figura 65 – Modelo de <i>O antes é o depois</i> (1963) da Coleção Setúbal com orifícios identificados (pontos em vermelho)	101
Figura 66 – <i>O antes é o depois</i> (1963) da Coleção Setúbal com orifícios (seta)	101
Figura 67 – Modelo de <i>Trepante</i> (1965) do MFAH com três peças circulares (linha contínua)	102
Figura 68 – <i>Trepante</i> (1965) do MFAH: marcações semelhantes às feitas por cortes com tesoura (seta)	102
Figura 69 – Modelo de <i>Trepante</i> (1965) do MFAH com peças circulares e parte interna (seta)	102
Figura 70 – <i>Trepante</i> (1965) do MFAH e corte com marcações que acompanham a borda da folha	103
Figura 71 – <i>Trepante</i> (1965) do MFAH com detalhe de sulcos paralelos	103
Figura 72 – Modelo de <i>Bicho relógio de sol</i> com indicação do quadrante dobrado (pontilhado)	104
Figura 73 – Duas dobras em <i>Bicho relógio de sol</i> (1960-63) do MAM-RJ: uma com ângulo reto ligeiramente aberto (seta vermelha) e risco delimitando o quadrante (seta laranja); e outra com ângulo de dobra mais inclinado	104
Figura 74 – <i>Bicho relógio de sol</i> (1960) da Fundação Nemirovsky com dobra em ângulo reto	105
Figura 75 – Linha na área de dobra de um quadrante em <i>Bicho relógio de sol</i> (1960) da Fundação Nemirovsky	105
Figura 76 – Modelo de <i>Bicho relógio de sol</i> com par recortado e subdivisões enroladas (seta)	106
Figura 77 – Modelo para série <i>Bicho relógio de sol</i> com par recortado e subdivisões enroladas (seta)	106
Figura 78 – Subdivisão enrolada de <i>Bicho relógio de sol</i> (1960-63) do MAM-RJ com superfície irregular (seta)	106
Figura 79 – Subdivisão enrolada de <i>Bicho relógio de sol</i> (1960-63) do MAM-RJ com articulação arredondada (setas)	106
Figura 80 – Detalhe de enrolamento de subdivisões e a presença de áreas planas (seta vermelha) de <i>Bicho</i> (1963) da Coleção Setúbal	107
Figura 81 – Enrolamento de <i>Bicho relógio de sol</i> (1960) da Fundação Nemirovsky com enrolamento irregular e incompleto (seta)	107
Figura 82 – Em <i>Bicho relógio de sol</i> (1960-63) do MAM-RJ, topo na dobradiça indica irregularidades na espessura e folha um pouco aberta	108

Figura 83 – Em <i>Bicho relógio de sol</i> (1960-63) do MAM-RJ, detalhe de topo na espessura das folhas com irregularidade na superfície (setas)	108
Figura 84 – Detalhe de topo de articulação de <i>Bicho relógio de sol</i> (1960) da Fundação Nemirovsky com variações na espessura (setas)	109
Figura 85 – Detalhe de topo de <i>Bicho relógio de sol</i> (1960) da Fundação Nemirovsky com deformação na área de encontro da folha (seta)	110
Figura 86 – Detalhe de topo de <i>Bicho relógio de sol</i> (1960) da Fundação Nemirovsky com marcações na espessura (seta)	110
Figura 87 – Em <i>Bicho</i> (1963) da Coleção Setúbal, o diâmetro da dobradiça apresenta variações na espessura (seta)	111
Figura 88 – Espaço regular entre as dobradiças (setas) de <i>Bicho</i> (1963) da Coleção Setúbal	111
Figura 89 – <i>Bicho</i> (1960) da Coleção Setúbal com o diâmetro irregular dos círculos e subdivisões totalmente enroladas (seta)	112
Figura 90 – Modelo de <i>Bicho</i> (1960) da Coleção Setúbal com subdivisões enroladas no primeiro plano (linha cheia) e no plano posterior (linha tracejada)	112
Figura 91 – <i>Bicho</i> (1960) da Coleção Setúbal com recortes enrolados: primeiro plano com projeção em direção ao observador (linha contínua) e no plano posterior (seta pontilhada)	112
Figura 92 – <i>Bicho máquina</i> (1962) do MFAH com vista de topo dos recortes enrolados	113
Figura 93 – <i>O antes é o depois</i> (1963) da Coleção Setúbal com locais de dobra (seta)	113
Figura 94 – <i>Trepante</i> (1965) do MFAH com detalhe de local com dobra (seta)	114
Figura 95 – <i>Trepante</i> (1965) do MFAH com locais em que se observaram os encaixes (números)	114
Figura 96 – <i>Trepante</i> (1965) do MFAH com locais em que se observaram os encaixes (números)	115
Figura 97 – <i>Bicho Relógio do sol</i> (1960) da Fundação Nemirovsky com revestimento na espessura	116
Figura 98 – Revestimento amarelo nas bordas de <i>Bicho máquina</i> do MFAH	116
Figura 99 – <i>Bicho relógio de sol</i> (1960-1963) do MAM-RJ com desencontro das folhas (seta)	117
Figura 100 – <i>Bicho relógio de sol</i> (1960) da Fundação Nemirovsky com diferenças no tamanho entre as folhas (seta)	117
Figura 101 – Modelo de <i>Bicho relógio de sol</i> com encaixe de peças menores e a formação de dobradiça (seta)	118
Figura 102 – Modelo para série <i>Bicho relógio de sol</i> com encaixe entre peça maior, menor no plano posterior (pontilhado) e presença de dobradiça (seta)	118
Figura 103 – Em <i>Bicho relógio de sol</i> (1960-63) do MAM-RJ, desalinhamento nas subdivisões enroladas e recortes com tamanho distinto (seta vermelha)	118
Figura 104 – Modelo de <i>Bicho</i> (1960) da Coleção Setúbal com subdivisões enroladas no primeiro plano (linha cheia), no plano posterior (pontilhado) e a formação de uma dobradiça (seta)	119
Figura 105 – Modelo de <i>Bicho</i> (1960) da Coleção Setúbal com subdivisões enroladas no segundo plano (pontilhado) e a formação de outra dobradiça (seta)	119
Figura 106 – Subdivisões enroladas e incisões com forma da letra “C” em <i>Bicho</i> (1960) da Coleção Setúbal	120
Figura 107 – <i>Bicho</i> (1960) da Coleção Setúbal com tamanhos distintos, recortes interrompidos e subdivisões desalinhadas	120

Figura 108 – <i>Bicho</i> (1960) da Coleção Setúbal com peça com subdivisões enroladas que não foram utilizadas (seta)	121
Figura 109 – <i>Bicho</i> (1960) da Coleção Setúbal com três peças com dobradiças incompletas (setas)	121
Figura 110 – <i>Bicho</i> (1960) da Coleção Setúbal com a indicação de cada uma das 13 peças	122
Figura 111 – Haste no interior da dobradiça (seta) no <i>Bicho máquina</i> (1962) do MFAH	122
Figura 112 – Proximidade entre a haste e a dobradiça (círculo) no <i>Bicho máquina</i> (1962) do MFAH	123
Figura 113 – <i>Bicho máquina</i> (1962) do MFAH com lacuna no recorte (círculo pontilhado)	123
Figura 114 – <i>O antes é o depois</i> (1963) da Coleção Setúbal com identificação de local com encaixe por contato (seta)	124
Figura 115 – <i>O antes é o depois</i> (1963) da Coleção Setúbal com junção por costura acanelada	124
Figura 116 – Detalhe de encaixe por costura acanelada em <i>Trepante</i> do MFAH	125
Figura 117 – Detalhe da costura acanelada em <i>Trepante</i> (1965) do MFAH	125
Figura 118 – Detalhe de duas marcações na peça em madeira de <i>Trepante</i> (1965) do MFAH	126
Figura 119 – Modelo explicativo para a formação de óxido de ferro na superfície do aço carbono e de óxido de cromo no aço inoxidável, quando em contato com a umidade e o ar	139
Figura 120 – Gráfico com variação no teor de cromo e a influência desse sobre a taxa de corrosão	139
Figura 121 – Classificação das ligas de aço inoxidável conforme a proporção dos elementos níquel e cromo	140
Figura 122 – Alguns processos de fabricação disponíveis para os metais	148
Figura 123 – Efeito para laminação a frio de uma liga de alumínio (5457O) de 10 mm de espessura	149
Figura 124 – Estágios para o recozimento: metal após trabalho a frio (A / tensão elevada), início do processo de recristalização (B-C) e crescimento do grão (D-F / tensão desfeita)	149
Figura 125 – Gráfico com a influência da temperatura no recozimento de uma peça em latão (liga de cobre e zinco) e a influência desse processo para as propriedades mecânicas do metal	150
Figura 126 – Três momentos dos grãos em uma mesma liga de alumínio após laminação a frio, recristalização e recozimento	151
Figura 127 – Modelo para laminação a frio e a quente e a relação com a estrutura cristalina de um metal	152
Figura 128 – Registro da artista utilizando uma lima em uma obra em 1962	153
Figura 129 – <i>Trepante</i> do MFAH (1965) com perfuração (seta)	155
Figura 130 – Esquema para enrolamento parcial e total	156
Figura 131 – Modelo para identificação da medida necessária para a largura do recorte	157
Figura 132 – Modelo para cálculo do recorte conforme espessura da haste (vermelho) e da folha (azul)	157
Figura 133 – Representação esquemática de máquina de estampagem com uma única matriz (a) e máquinas com punçadores e com matriz (b)	158
Figura 134 – Ilustração para tipos de costura em metais: de topo (a), costura sobreposta (b), costura dobrada (c) e costura acanelada (d)	158

Figura 135 e Figura 136 – <i>Bicho (Monumento a todas as situações)</i> (1960) e <i>Bicho (Caranguejo)</i> (1960), ambas em alumínio, a primeira com superfície fosca e a segunda com brilho mediano	161
Figura 137 – <i>Bicho (Radar)</i> (1960) em alumínio com brilho especular	161
Figura 138 – <i>Bicho relógio de sol</i> (1960-63) do MAM-RJ com detalhe da superfície	162
Figura 139 – Superfície de <i>Bicho</i> (1963) da Coleção Setúbal	162
Figura 140 – Superfície de <i>Bicho</i> (1960) da Coleção Setúbal	162
Figura 141 – Peças de alumínio suspensas prontas para serem imersas e receberem revestimento por anodização	163
Figura 142 – Modelo esquemático para processo de anodização de uma peça de alumínio (ânodo/oxida) e chumbo (cátodo/reduz) em uma solução eletrolítica	164
Figura 143 – <i>Bicho relógio de sol</i> (1960) da Fundação Nemirovsky com superfície cinza prateada exposta (seta)	165
Figura 144 – <i>Bicho (máquina)</i> (1962) do MFAH com revestimento amarelo (aspecto geral) e faixa cinza prateada com o metal base aparente (seta)	166
Figura 145 – Aspecto da superfície do alumínio após terceira etapa do processo de anodização	166
Figura 146 – Acabamento 1D e 2B à esquerda e à direita, respectivamente, em um aço inoxidável	172
Figura 147 – <i>O antes é o depois</i> (1963) da Coleção Setúbal com superfície cinza prateada, polida e com reflexo	174
Figura 148 – <i>Trepante</i> (1965) do MFAH com detalhe da superfície	175
Figura 149 – Sistemas de encaixe para uso de solda (<i>welding</i>)	176
Figura 150 – Sistemas de encaixe para uso de brasagem (<i>brazing</i>)	176
Figura 151 – Sistema de encaixe com costura acanelada para uso de solda fraca (<i>soldering</i>)	178
Figura 152 – Linha escurecida em <i>O antes é o depois</i> da Coleção Setúbal, próxima ao local de dobra e encaixe: indicação de uso de solda	178
Figura 153 – Gráfico com tensão-deformação típica para um metal. As áreas com deformação elástica e plástica correspondem, respectivamente, às regiões anterior e à posterior ao ponto P; o limite de proporcionalidade é identificado pelo ponto P e o limite de escoamento por σ_e .	180
Figura 154 – Modelo para deformação elástica e plástica de um metal	181
Figura 155 – Comportamento típico da curva tensão-deformação para um metal com desenhos esquemáticos para um corpo de prova até a sua fratura (ponto F) alcançada após o limite de resistência à tração (ponto M)	182
Figura 156 – À esquerda, representação gráfica para tensão e deformação de tração para materiais dúcteis e frágeis. À direita, modelo para fratura dúctil e frágil	182
Figura 157 – Risco superficial em obra em alumínio anodizado	191
Figura 158 – Risco superficial em obra em aço inoxidável	192
Figura 159 – Risco superficial em obra em aço inoxidável	192
Figura 160 – Riscos de diferentes intensidades (linhas claras e escuras) em obra em alumínio anodizado	193
Figura 161 – Risco concêntrico em obra em alumínio	193
Figura 162 – Riscos em obra em alumínio anodizado em amarelo com exposição do metal base	194
Figura 163 – Desgaste na superfície em alumínio anodizado com exposição do metal base	195

Figura 164 – Área de grande desgaste da superfície anodizada e com exposição do metal base	195
Figura 165 – Desgaste em borda de obra em alumínio anodizado	195
Figura 166 – Desgaste no revestimento por anodização de obra em alumínio com exposição do metal base	196
Figura 167 – Desgaste da camada anodizada e exposição do metal base em obra em alumínio	196
Figura 168 – Risco em obra em aço inoxidável possivelmente pelo atrito com bloco de madeira	197
Figura 169 – Duas fissuras em obra em alumínio	198
Figura 170 – Fissura na subdivisão de uma dobradiça de obra em alumínio anodizado	198
Figura 174 – Fissura em obra em alumínio anodizado	198
Figura 175 – Fissura em obra em aço inoxidável	199
Figura 176 – Deformação na borda de uma folha em alumínio	200
Figura 177 – Deformação na borda de uma folha em alumínio	200
Figura 178 – Deformação na borda da folha de uma obra em alumínio anodizado	200
Figura 179 – Deformação na borda de uma obra em alumínio anodizado	200
Figura 180 – Deformação das folhas em obra em alumínio anodizado	201
Figura 181 – Deformação em obra em alumínio anodizado	201
Figura 182 – Deformação em folha de alumínio anodizado	202
Figura 183 – Deformação na borda de uma obra em alumínio	202
Figura 184 – Deformação em uma articulação causada pelo contato com haste	202
Figura 185 – Deformação em folha de aço inoxidável	203
Figura 186 – Acúmulo de sujeira próximo a área de dobra em obra em alumínio	204
Figura 187 – Depósitos em uma articulação de obra em alumínio	205
Figura 188 – Produtos brancos nas cavidades de costura acanelada de obra em aço inoxidável	205
Figura 190 – Mancha em obra em alumínio anodizado	207
Figura 191 – Detalhe de mancha esbraquiçada em folha de alumínio	207
Figura 192 – Digital em obra em alumínio	208
Figura 193 – Mancha de digital em obra em aço inoxidável	208
Figura 194 – Solda em folha de aço inoxidável	209
Figura 195 – Superfície com pequenas áreas escuras semelhante a pites em uma obra em alumínio	213
Figura 196 – Superfície de obra em alumínio com pites e ao menos três auréolas	214
Figura 197 – Pontos escurecidos semelhantes a pites em uma folha de alumínio	215
Figura 198 – Pites com pequenos orifícios em folha de alumínio	215
Figura 199 – Corrosão por atrito na metade de uma folha de alumínio (linha escura) e na sua borda	216
Figura 200 – Detalhe de peça de maior dimensão conectada a outra por meio de somente dois pontos de apoio (seta): alto risco de torção e ruptura	221
Quadro 26 – Referências para manipulação	221
Quadro 27 – Referências para o armazenamento	223
Figura 202 – Efeitos do pH de diversas soluções químicas na corrosão de uma liga de alumínio 1100 tratada com a têmpera H14	224
Quadro 28 – Referências para limpeza	225

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1 – Distribuição do elemento alumínio (Al) nas obras *Bicho relógio de sol* (1960-Azul) da Fundação Nemirovsky; *O antes é o depois* (1963-Amarelo), *Bicho* (1963-Vermelho) e *Bicho* (1960-Verde) da Coleção Setúbal 129
- Gráfico 2 – Distribuição do elemento silício (Si) nas obras *Bicho relógio de sol* (1960-Azul) da Fundação Nemirovsky; *O antes é o depois* (1963-Amarelo), *Bicho* (1963-Vermelho) e *Bicho* (1960-Verde) da Coleção Setúbal 136
- Gráfico 3 – Distribuição do elemento magnésio (Mg) nas obras *Bicho relógio de sol* (1960-Azul) da Fundação Nemirovsky; *O antes é o depois* (1963-Amarelo), *Bicho* (1963-Vermelho) e *Bicho* (1960-Verde) da Coleção Setúbal 136
- Gráfico 4 – Distribuição do elemento zinco (Zn) nas obras *Bicho relógio de sol* (1960-Azul) da Fundação Nemirovsky; *O antes é o depois* (1963-Amarelo), *Bicho* (1963-Vermelho) e *Bicho* (1960-Verde) da Coleção Setúbal 137
- Gráfico 5 – Distribuição do elemento cobre (Cu) nas obras *Bicho relógio de sol* (1960-Azul) da Fundação Nemirovsky; *O antes é o depois* (1963-Amarelo), *Bicho* (1963-Vermelho) e *Bicho* (1960-Verde) da Coleção Setúbal 137
- Gráfico 6 – Distribuição do elemento ferro (Fe) nas obras *Bicho relógio de sol* (1960-Azul) da Fundação Nemirovsky; *O antes é o depois* (1963-Amarelo), *Bicho* (1963-Vermelho) e *Bicho* (1960-Verde) da Coleção Setúbal. 143
- Gráfico 7 – Distribuição do elemento cromo (Cr) nas obras *Bicho relógio de sol* (1960-Azul) da Fundação Nemirovsky; *O antes é o depois* (1963-Amarelo), *Bicho* (1963-Vermelho) e *Bicho* (1960-Verde) da Coleção Setúbal 143
- Gráfico 8 – Distribuição do elemento níquel (Ni) nas obras *Bicho relógio de sol* (1960-Azul) da Fundação Nemirovsky; *O antes é o depois* (1963-Amarelo), *Bicho* (1963-Vermelho) e *Bicho* (1960-Verde) da Coleção Setúbal 143
- Gráfico 9 – Distribuição do elemento enxofre (S) nas obras *Bicho relógio de sol* (1960-Azul) da Fundação Nemirovsky; *O antes é o depois* (1963-Amarelo), *Bicho* (1963-Vermelho) e *Bicho* (1960-Verde) da Coleção Setúbal 171
- Gráfico 10 – Distribuição do elemento chumbo (Pb) nas obras *Bicho relógio de sol* (1960-Azul) da Fundação Nemirovsky; *O antes é o depois* (1963-Amarelo), *Bicho* (1963-Vermelho) e *Bicho* (1960-Verde) da Coleção Setúbal 179
- Gráfico 11 – Distribuição do elemento estanho (Sn) nas obras *Bicho relógio de sol* (1960-Azul) da Fundação Nemirovsky; *O antes é o depois* (1963-Amarelo), *Bicho* (1963-Vermelho) e *Bicho* (1960-Verde) e da Coleção Setúbal 179

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Lista de obras selecionadas e examinadas durante a pesquisa	26
Quadro 2 – Colaboradores que atuaram na produção de exemplares da artista Lygia Clark	60
Quadro 3 – Os conceitos de versão, múltiplo e réplica na obra de Lygia Clark	66
Quadro 4 – Citações relevantes para o estudo dos materiais e técnicas na obra da artista	68
Quadro 5 – Procedimentos utilizados para exame visual das obras	71
Quadro 6 – Lista de obras selecionadas e examinadas durante a pesquisa	71
Quadro 7 – Relação das obras conforme título, ano, número de folhas e coleção	86
Quadro 8 – Técnicas utilizadas para a análise das obras em metal	128
Quadro 9 – Elementos metálicos encontrados nas obras em alumínio e ligas sugeridas pelo EDXRF	132
Quadro 10 – Classificação das ligas de alumínio com possibilidade de tratamento térmico (TT) ou não (NTT), elementos majoritários, aplicação e propriedades	133
Quadro 11 – Têmperas para ligas de alumínio trabalhadas	134
Quadro 12 – Elementos metálicos encontrados nas obras em aço inoxidável e ligas sugeridas pelo EDXRF	138
Quadro 13 – Nomenclatura para tipos de aço inoxidável, características principais e aplicações	141
Quadro 14 – Comparação entre algumas das propriedades dos aços inoxidáveis	142
Quadro 15 – Principais nomenclaturas para materiais metálicos bidimensionais, espessura e exemplos	151
Quadro 16 – Nomenclatura para tipos de acabamento em ligas de alumínio e o seu significado	160
Quadro 17 – Processos disponíveis para o tingimento de camada gerada por anodização	167
Quadro 18 – Principais acabamentos anódicos para ligas de alumínio, sua nomenclatura e características	168
Quadro 19 – Acabamentos superficiais para aços inoxidáveis, seus números e descrições	173
Quadro 20 – Resumo com principais características das técnicas de soldagem	177
Quadro 21 – Módulo de elasticidade para ligas de alumínio, latão, aço inoxidável e cobre	183
Quadro 22 – Valores para a dureza para alguns metais e ligas segundo as escalas de Brinell e Rockwell	184
Quadro 23 – Etapas de construção nas obras em alumínio de Lygia Clark	185
Quadro 24 – Etapas de construção nas obras em aço inoxidável de Lygia Clark	185
Quadro 25 – Propriedades que auxiliaram no discernimento das ligas metálicas identificadas	186
Quadro 28 – Resumo de danos característicos da superfície do alumínio e do aço inoxidável	190

LISTA DE SIGLAS

ACLC	Associação Cultural Lygia Clark
AAC	Aluminum Anodizers Council
ALFED	Aluminum Federation
ASM	American Society for Metals
AN	Arquivo Nacional
AA	Aluminum Association
ABAL	Associação Brasileira do Alumínio
AISI	American Iron and Steel Institute
BN	Biblioteca Nacional
BVRJ	Bolsa de Valores do Rio de Janeiro
EDXRF	Espectroscopia de Fluorescência de Raios X por Dispersão de Energia
EAFSA	European Aluminum Foil Association
Coleção Setúbal	Coleção Rose e Alfredo Setúbal
FAAP	Fundação Armando Alvares Penteado
FB-SP	Fundação Bienal de São Paulo
FUNARTE	Fundação Nacional de Artes
Fundação Nemirovsky	Fundação José e Paulina Nemirovsky
IAC-SP	Instituto de Arte Contemporânea
IAI	International Aluminium Institute in London
ICAA	International Center for the Arts of the Americas
MAC-USP	Museu de Arte Contemporânea da Universidade de São Paulo
MAM-RJ	Museu de Arte Moderna do Rio de Janeiro
MFAH	Museum of Fine Arts – Houston
MOMA-NY	The Museum of Modern Art
NAAMM	National Association of Architectural Metal Manufacturer
NIDI	Nickel Development Institute
NOMMA	National Ornamental Miscellaneous & Metals Association
PINACOTECA-SP	Pinacoteca do Estado de São Paulo
QUALANOD	Association for Quality Control in the Anodizing Industry
SSINA	The Specialty Steel Industry of North America

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	23
Justificativa	24
Objetivos	24
Metodologia	25
CAPÍTULO 1 – PANORAMA SOBRE A PRODUÇÃO DA ARTISTA	30
1.1 Série Bichos	35
1.2 Série Trepantes	40
1.3 Aspectos históricos relativos à fabricação e exibição dos <i>Bichos</i> e <i>Trepantes</i>	44
1.4 Produção dos Múltiplos	61
CAPÍTULO 2 – ENTRE <i>TREPANTE</i> E <i>BICHOS</i>: UMA APROXIMAÇÃO PRÁTICA	70
2.1 Histórico e identificações iniciais	71
2.2 Aspectos construtivos no <i>Trepante</i> e nos <i>Bichos</i>	86
2.2.1 Corte e Recorte	86
2.2.2 Dobra e Enrolamento	104
2.2.3 Anodização	115
2.2.4 Encaixe e Soldagem	116
CAPÍTULO 3 – ANÁLISE ELEMENTAR DAS LIGAS METÁLICAS NAS OBRAS EM ESTUDO: DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	127
3.1 Aspectos a serem considerados no exame visual de obras em metal	127
3.2 Ligas de alumínio: elementos de liga encontrados nas obras	129
3.3 Ligas de aço inoxidável: elementos de liga encontrados nas obras	138
CAPÍTULO 4 – TÉCNICAS DE FABRICAÇÃO EM LIGAS DE ALUMÍNIO E AÇO INOXIDÁVEL: um aprofundamento teórico	147
4.1 Laminação	151
4.2 Corte e recorte	152
4.3 Dobra e Enrolamento	155
4.4 Acabamentos superficiais nas ligas de alumínio	159
4.5 Acabamentos superficiais nas ligas de aço inoxidável	172
4.6 Montagem	175
4.7 Propriedades mecânicas dos metais	180
4.8 Resumo	184
CAPÍTULO 5 – DANOS E DEFEITOS DE FABRICAÇÃO: propostas para a identificação e mitigação do impacto dos agentes de deterioração	188
5.1 Glossário de danos e defeitos para as obras de Lygia Clark	188
5.2 Impacto dos danos ou defeitos para a preservação das obras	216
5.3 A relevância da conservação preventiva para a preservação das obras	219
5.3.1 A manipulação, o acondicionamento e o monitoramento ambiental	220
5.3.2 Limpeza superficial para exibição	223

CONCLUSÃO	227
REFERÊNCIAS	228
APÊNDICES	261
Apêndice 1 – Uma abordagem inicial sobre as ligas metálicas	262
Estrutura	262
Tipos de liga	271
Corrosão	275
Breve contexto histórico das ligas de aço inoxidável	280
Tratamentos térmicos em ligas de alumínio (têmperas)	281
Apêndice 2 – Modelo de ficha de identificação utilizada nas pesquisa de campo	283
Apêndice 3 – Relação das obras examinadas e consultadas segundo título, ano, dimensões e coleção	285
Apêndice 4 – Relatório com resultado das análises de identificação elementar para as obras estudadas	287
ANEXOS	297
Anexo 1 – Carta da ACLC autorizando o registro e a publicação das imagens das obras originais da artista que tenham Certificado de Autenticidade emitido pela instituição	298
Anexo 2 – Depoimento do colecionador Jean Boghici à professora Paula Cristina Terra	299
Anexo 3 – Relatório de identificação elementar feita com equipamento de fluorescência de raio-X para <i>Bicho máquina</i> (1962) – MFAH	328
Anexo 4 – Resultados de identificação elementar feita com equipamento de fluorescência de raio-X para <i>Bicho máquina</i> (1962) – MFAH	329
Anexo 5 – Relatório de identificação elementar feita com equipamento de fluorescência de raios-X para <i>Trepante</i> (1965) – MFAH	330
Anexo 6 – Resultados de identificação elementar feita com equipamento de fluorescência de raios-X para <i>Trepante</i> (1965) – MFAH	331

INTRODUÇÃO

Lygia Clark é uma das artistas brasileiras de maior destaque nacional e internacional. Na década de 1990 seu trabalho adquire tamanho reconhecimento que ela passa a ser descrita como um “farol brasileiro” pelo historiador da arte Nelson Aguilar. Para o estudioso, a obra clarkiana funciona como uma “bússola” para o público brasileiro, uma vez que o orienta para “navegar” na trajetória própria da arte contemporânea (AGUILAR, 1994, p. 27).

O acervo artístico produzido pela mineira Lygia Clark, num espaço de 68 anos, é amplo: pinturas da década 1950 (as séries *Composições*, *Quebra da moldura*, *Superfície Modulada*, *Planos em Superfície Moduladas*, *Espaço modulado*, *Unidades*, *Ovo*, *Contra-relevo*); maquetes arquitetônicas; esculturas da década de 1960 (série *Casulos*, *Bichos*, *Trepantes*); objetos sensoriais, relacionais e proposições (série *Nostalgia do Corpo*). Além disso, há também o acervo documental: escritos e publicações autorais, cartas e correspondências pessoais, entrevistas, fotografias, entre outros registros. Tendo em vista esse vasto universo, optamos por restringir este estudo a obras feitas com ligas metálicas, particularmente as de alumínio e aço inoxidável, os principais materiais utilizados pela artista.

Após a Segunda Guerra Mundial, a escultura na arte moderna tendeu para a difusão de estilos, a exploração de invenções e a utilização de vários materiais. Além disso, os artistas desenvolveram um pensamento mais livre e mais individualista (READ, 2003, p. 231). Nesse contexto, mesmo não sendo possível identificar a existência de um “estilo unitário”, predomina o uso de ligas metálicas, que abrange “quase quatro quintos de toda a escultura” (READ, 2003, p. 240). Diversos fatores explicam essa apropriação, entre eles o desenvolvimento da indústria metalúrgica de produção e distribuição, a acessibilidade desse material (de obtenção simples e de baixo custo) e a facilidade na elaboração de sistemas construtivos (em comparação com as tradicionais técnicas de fundição artística em ligas de cobre) (READ, 2003, p. 242). Nesse período crescem, entre os artistas, o desprezo por acabamentos superficiais (pátinas esverdeadas, negras e com tonalidades de ocre) e a busca por “qualidades brutas do material forjado” (READ, 2003, p. 247). Segundo Read:

[...] metais como bronze, aço, ferro e alumínio continuam a constituir os materiais peculiares à nossa civilização e têm virtudes decisivas para a escultura – podem ser cortados, soldados, moldados, fundidos, polidos ou cobertos de pátina, e o resultado final tem uma durabilidade que supera todas as pedras, à exceção das mais duras (READ, 2003, p. 241).

A preservação dessas manifestações da arte moderna e contemporânea apresenta grandes desafios, que persistem mesmo com a elaboração de metodologias para compreender os conceitos artísticos, a produção de novas tecnologias de conservação ou até a adaptação de métodos científicos para diagnóstico de obras. Embora os pesquisadores que se interessam por essa área tenham maior proximidade temporal com tais tendências artísticas, algumas produções não permitem mais a interlocução com o seu idealizador. Em outras, não há registro preciso dos materiais, processos técnicos ou comentários de assistentes que eventualmente auxiliaram o artista. Além disso, essa área de estudo é multi e interdisciplinar e exige conhecimentos e critérios próprios da área da Conservação-Restauração, mas também definições e conhecimentos comuns a outras áreas, como a história, a engenharia e a química.

Justificativa

No caso da produção artística de Lygia Clark, são muitas as questões em torno do que se preserva e de como se preserva. Mas como preservar esse acervo sem conhecer os materiais que constituem as obras? Uma parte da produção consta dos catálogos e documentações como feita em alumínio, como na série dos *Bichos*, ou em aço inoxidável, como na série *Trepantes*. Em ambas as séries, tais materiais, embora semelhantes visualmente, apresentam particularidades quanto a propriedades mecânicas, técnicas de fabricação e estado de conservação. A escolha pelo estudo dos materiais nas séries *Bichos* e *Trepantes* baseou-se na possibilidade de compreender as ligas metálicas modernas, em especial o alumínio e o aço inoxidável, suportes de fabricação recente e ainda pouco pesquisados.

Objetivos

Esta pesquisa visa a fornecer um conhecimento básico sobre a obra em metal da artista Lygia Clark, incentivando uma conscientização quanto a sua singularidade técnica e material, bem como a fragilidade de cada exemplar, e a oferecer subsídios para a manutenção e a prevenção de futuros danos. No âmbito da conservação-restauração, nosso objetivo central é oferecer uma contribuição para a preservação de obras metálicas com ênfase no estudo dos materiais e técnicas utilizadas nas criações participativas *Bichos* e *Trepantes*.

Este trabalho pretende esclarecer as principais características de tais materiais e alertar os profissionais da área no que respeita ao uso de descrições ambíguas em catálogos de arte e ao desconhecimento das características visuais dos metais, que podem acarretar descrições equivocadas. Além disso, o desconhecimento dos materiais restringe as ações de conservação,

como por exemplo a limpeza, o armazenamento ou a montagem de uma obra. No caso da série dos *Bichos*, vale lembrar que tais obras foram originalmente pensadas para serem manipuladas: o objeto artístico não tinha uma forma final pré-estabelecida, mas o público seria convidado a interagir com peças articuláveis e elaborar a forma que desejasse. Sendo assim, deseja-se também verificar qual o estado de conservação desses objetos após manipulação passada intensa.

Assim, tenta-se responder as seguintes questões: as ligas de alumínio e de aço inoxidável apresentam ou poderão apresentar ao longo do tempo as mesmas alterações referentes às propriedades mecânicas e às alterações estéticas? As obras fabricadas com alumínio ou aço inoxidável deverão ser preservadas ou receber tratamentos de conservação diferenciados?

Metodologia

A busca por esses objetivos teve início com o estudo do contexto de produção das obras, com a identificação dos materiais empregados e de suas propriedades, com o levantamento das técnicas artísticas possivelmente utilizadas para fabricação e com a compreensão dos danos e defeitos encontrados nas obras selecionadas. No âmbito do contexto histórico, buscamos refletir se a motivação para a escolha das ligas metálicas teria ocorrido em função da estética das ligas metálicas, de sua acessibilidade (baixo custo) ou conveniência, ou em decorrência de sua durabilidade (conservação). No estudo das técnicas encontradas nas obras, procuramos identificar aspectos técnicos que pudessem sugerir métodos ou padrões de fabricação. Por fim, definimos quais os principais danos encontrados nas obras e propomos formas de distingui-los dos defeitos de fabricação. Ao final, foram levantadas algumas indicações para manipulação, armazenamento, monitoramento ambiental e limpeza de ligas de alumínio e aço inoxidável.

O primeiro critério para o estudo das obras nesta pesquisa foi a seleção de exemplares com certificado de autenticação emitido pela Associação Cultural Lygia Clark (ACLC)^{1 2}. O segundo critério baseou-se na seleção de obras que apresentassem ambiguidades na descrição das ligas metálicas, discrepâncias entre a aparência visual das obras e os materiais descritos e alterações estéticas ou estruturais incomuns.

¹ A Associação Cultural Lygia Clark (ACLC) apoiou a realização desta pesquisa e sugeriu que as obras a serem selecionadas para esse estudo fossem portadoras do certificado de autenticação emitido gratuitamente pela própria instituição (**Anexo 1**). Dessa forma, seria possível ter acesso a exemplares cuja origem histórica foi verificada em catálogos de exposição, fotografias, anotações e diários da artista.

² Diversas instituições brasileiras, públicas ou privadas possuem obras da artista ainda não certificadas. Espera-se, no futuro, incluir também essas peças na pesquisa sobre o acervo produzido pela artista. Para o momento, procuramos evidenciar elementos que reforcem a relevância e a singularidade das obras selecionadas.

As sete obras selecionadas para esta investigação podem ser separadas em dois grupos: *Bicho relógio de sol* (1960) da Fundação José e Paulina Nemirovsky (Fundação Nemirovsky), em comodato na Pinacoteca do Estado de São Paulo, *Bicho relógio de sol* (1960) do Museu de Arte Moderna do Rio de Janeiro (MAM-RJ)³, *Bicho* (1960) e *Bicho* (1963) da Coleção Rose e Alfredo Setúbal (Coleção Setúbal) e *Bicho máquina* (1962) do Museu de Belas Artes de Houston (*Museum of Fine Arts Houston – MFAH*); e *O Antes é o Depois* (1963) da Coleção Rose e Alfredo Setúbal (Coleção Setúbal) e *Trepante* (1965) do Museu de Belas Artes de Houston (*Museum of Fine Arts Houston – MFAH*). O material utilizado no primeiro grupo de obras foi catalogado como uma liga de alumínio, já o do segundo grupo foi catalogado como uma liga de aço inoxidável.

Quadro 1 – Lista de obras selecionadas e examinadas durante a pesquisa.

Nº.	Obra/ ano	Material	Dimensão	Colecionador
1	<i>Bicho relógio de sol</i>	Alumínio anodizado em amarelo	25 x 50ø cm	Fundação José e Paulina Nemirovsky (Fundação Nemirovsky).
2	<i>Bicho relógio de sol</i>	Alumínio	12 x 23,5ø cm	Museu de Arte Moderna – Rio de Janeiro (MAM-RJ)
3	<i>Bicho</i>	Alumínio	28 x 30 x 20 cm	Coleção Alfredo e Rose Setúbal (Coleção Setúbal)
4	<i>Bicho</i>	Alumínio	30 x 20 x 10 cm	Coleção Alfredo e Rose Setúbal (Coleção Setúbal)
5	<i>Bicho máquina</i>	Alumínio anodizado em amarelo	90 x 60 cm	<i>Museum of Fine Arts – Houston</i> (MFAH)
6	<i>O Antes é o Depois</i>	Aço inoxidável	60 x 70 cm	Coleção Alfredo e Rose Setúbal (Coleção Setúbal)
7	<i>Trepante</i>	Aço inoxidável	38 x 49 x 38 cm	<i>Museum of Fine Arts – Houston</i> (MFAH)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Após a seleção das obras foi feita a revisão teórica do ponto de vista da história da arte, como também a apresentação de conceitos-chave da engenharia metalúrgica. A pesquisa documental artística consistiu na consulta de fontes secundárias: livros, catálogos, vídeos, jornais, revistas, cartas e instituições que pudessem oferecer registros sobre métodos de confecção, indicação de materiais e demais informações para a pesquisa. Foi possível, ademais, o acesso aos acervos de instituições como a Biblioteca Walter Wey e o Centro de Documentação e Memória (PINA-CEDOC/SP), o Arquivo Histórico Wanda Svevo (Arquivo Bienal/SP) e o

³ A obra *Bicho relógio de sol* (1960) do MAM-RJ não pode ser analisada com equipamento de EDXRF devido às restrições sanitárias impostas para o controle do vírus SARS-CoV-2, causador da COVID-19.

Instituto de Arte Contemporânea (IAC-SP). A pesquisa se estendeu, igualmente, ao Centro de Documentação do Museu de Arte Moderna (CEDOC/MAM-RJ), ao Centro de Documentação do Museu de Arte da Pampulha (CEDOC-MAP), à Associação Cultural Lygia Clark (ACLCLC-RJ) e à Fundação Nacional de Artes (FUNARTE). Por fim, foram consultadas publicações do Arquivo Nacional (AR-RJ), da Hemeroteca da Biblioteca Nacional (BN/RJ) e do *International Center for the Arts of the Americas (ICAA)* do Museu de Belas Artes de Houston. Além da pesquisa nessas instituições, também foi entrevistado o filho da artista, Álvaro Clark, que compartilhou as intenções, os materiais e aspectos construtivos em obras da série *Bicho* e os *Trepante*.

Quanto à engenharia dos materiais, realizou-se uma revisão bibliográfica dos principais conceitos relativos aos metais. Para conhecimentos gerais das ligas metálicas e métodos de fabricação, consultaram-se as publicações de autores como Callister (2002), Kalpakjian (2010) e Reardon (2011). Para o aprofundamento nas técnicas e as especificidades das ligas de alumínio e aço inoxidável, serviram-nos os volumes da *American Society for Metals (ASM)*. Para as ligas de alumínio, recorreu-se a artigos e documentos da *Aluminum Association (AA)*, livros da Associação Brasileira do Alumínio (ABAL) e informações disponíveis em sítios eletrônicos como o da *Association for Quality Control in the Anodizing Industry (QUALANOD)*. Para as ligas de aço inoxidável, consultaram-se os documentos de instituições como a *Specialty Steel Industry of North America (SSINA)*, *The European Stainless Steel Development Association (EURO INOX)* e o *Nickel Development Institute (NIDI)*. A compreensão dos termos mais adequados para a descrição dos danos e defeitos baseou-se no “Dicionário Metalúrgico” como também em documentos da AA, EURO INOX e QUALANOD.

A conservação dos materiais metálicos em obras de arte é discutida em três publicações recentes: “Modern metals in cultural heritage: understanding and characterization”; “Guidelines for the Care and Handling of Donald Judd Works in Metal” e “Aluminum: History, Technology, and Conservation”. Na primeira, Costa (2019) perpassa desde os conceitos iniciais, propriedades e principais técnicas aplicadas às ligas metálicas até indicações para a inspeção visual, a identificação de deteriorações e apontamentos de referências para a conservação. A autora defende o uso do termo “caracterização” para explicar a importância de conhecer e entender os aspectos materiais e imateriais de uma obra de arte. Segundo ela, a caracterização ocorre pela documentação, mas também pelo exame visual detalhado e por uma investigação apropriada (COSTA, 2019, p. 8). Na segunda, as esculturas feitas com ligas metálicas modernas pelo artista Donald Judd (1928-1994) são discutidas segundo as disciplinas da história da arte

e da conservação. A publicação indica cuidados essenciais para a manipulação, o armazenamento e a limpeza de materiais como o alumínio e o aço inoxidável (JUDD FOUNDATION, 2017). Na última, “Aluminum: History, Technology, and Conservation”, a liga de alumínio é amplamente discutida em uma série de estudos de caso. Nesse encontro, diversos artigos apresentam propostas de tratamento para ligas históricas, arquitetônicas, industriais e artísticas.

Em cada obra selecionada foi feito um estudo de caso que consistiu em: levantamento do contexto histórico, exame visual, registro fotográfico e análise elementar com Espectroscopia de Fluorescência de Raios X por Dispersão de Energia (EDXRF). Optou-se pela investigação com esse equipamento devido à facilidade propiciada no seu deslocamento para campo, na possibilidade de realizar um exame rápido e pelo fato de ele não exigir a remoção de amostras (método não-destrutivo). A sua utilização teve como principal finalidade a separação das obras em dois grupos de materiais: as ligas de alumínio e as de aço inoxidável. As análises obtidas possibilitaram ainda o estudo comparativo entre os elementos de liga.

Com base na avaliação visual das obras, foi possível observar diferenças de aparências entre as obras, como brilho, diferenças de coloração e impacto diferenciado, nas obras, de alguns danos como abrasões, risco e corrosão. Observou-se também que tais particularidades de cada obra poderiam estar relacionadas às propriedades mecânicas e técnicas de fabricação do alumínio e do aço inoxidável.

A avaliação visual das obras em catálogos e em exposições permitiu observar diferenças na superfície, no brilho, na coloração, nas técnicas e nas deteriorações. Essa diversidade de características despertou grande curiosidade: tais particularidades poderiam estar relacionadas às propriedades mecânicas e técnicas de fabricação do alumínio e do aço inoxidável? A artista tinha conhecimento desses aspectos? Que danos essas ligas estão sujeitas a apresentar ao longo do tempo? Que tipo de tratamento pode ser proposto para a sua preservação?

Dessa forma, esta tese está organizada de modo que o primeiro capítulo, “PANORAMA SOBRE A PRODUÇÃO DA ARTISTA”, apresenta uma introdução sobre a artista com destaque para o processo de criação nas obras em metal, as principais nomenclaturas utilizadas para descrever as obras, as dificuldades encontradas em sua criação e alternativas para a sua produção.

O segundo capítulo, “ENTRE TREPANTE E BICHOS: uma aproximação prática de padrões construtivos”, apresenta as obras selecionadas para a pesquisa e principais aspectos relativos ao exame visual. Para cada objeto artístico, recuperamos o contexto histórico,

materiais e técnicas. Além disso, ressaltaram-se evidências de manualidade ou de mecanização nas obras, bem como suas principais similaridades e diferenças.

O terceiro capítulo, “ANÁLISE ELEMENTAR DAS LIGAS METÁLICAS: discussão dos resultados”, apresenta a metodologia empregada para as análises com o EDXRF, os resultados obtidos por meio dessa técnica e as semelhanças e diferenças entre os elementos encontrados em cada obra.

O quarto capítulo, “TÉCNICAS DE FABRICAÇÃO EM LIGAS DE ALUMÍNIO E AÇO INOXIDÁVEL: um aprofundamento teórico”, se aprofunda no reconhecimento das técnicas de fabricação aplicadas às ligas de alumínio e aço inoxidável e nos métodos de construção possivelmente utilizados nas obras.

O quinto capítulo, “DANOS E DEFEITOS DE FABRICAÇÃO: propostas para a identificação e mitigação do impacto dos agentes de deterioração”, apresenta e define os principais termos utilizados para descrever os defeitos e danos encontrados nas obras. Acredita-se que essa abordagem estimulará o diálogo entre conservadores-restauradores e cientistas da conservação (químicos, engenheiros metalúrgicos, arquitetos, designers, entre outros). Ao final, recomendam-se ações voltadas para o manuseio, o armazenamento, o monitoramento ambiental e a limpeza superficial.

As referências estão divididas em fontes bibliográficas (livros, catálogos, teses e dissertações), documentais (jornais, revistas, entrevistas, cartas, fotos, pôsters, certificados, pareceres e declarações) e sítios eletrônicos. Nos apêndices, há uma abordagem introdutória sobre as ligas metálicas. Recomenda-se a consulta dessa seção para compreender a natureza química dos metais, a sua estrutura cristalina, suas propriedades metalúrgicas, a definição de ligas metálicas e seus tipos, as têmperas, a corrosão e seus tipos, e um breve contexto histórico para o alumínio e o aço inoxidável. Apresentamos, ademais, um modelo de ficha utilizado nas visitas de campo, uma tabela com as obras examinadas e consultadas e as identificações e resultados das obras analisadas com EDXRF. Além disso, há nos anexos a carta de autorização para o uso de imagens da ACLC, a entrevista feita pela professora Paula Cristina Terra com Jean Boghici, os relatórios e os resultados das identificações feitas com as duas obras do MFAH.

CAPÍTULO 1 – PANORAMA SOBRE A PRODUÇÃO DA ARTISTA

Quando eu proponho no bicho, a participação do espectador, eu queria unir, no fundo, sujeito e objeto. Quando eu faço caminhando, eu acabo com o objeto em si e começo o ato precário e a pessoa começa então a se reelaborar através do próprio caminho. E hoje o homem passa a ser o próprio objeto de elaboração dele mesmo. Então, no fundo, o homem seria o bicho e seria o caminhando⁴.

A artista mineira Lygia Clark (1920-1988) tem sua primeira exibição nacional no Salão Nacional de Arte Moderna (RJ) em 1952 (“Lygia Clark 1950-1952”). A sua produção inicial é composta por: um conjunto de guaches, produzidos com a orientação de Burle Marx, pinturas a óleo a partir de abstrações com a linha e a cor, feitas com Szenes, além de desenhos e estudos de retratos, feitos com Dobrinsky e Léger. Embora a artista ainda desconhecida no Brasil, Jayme Maurício reconhece seu talento e inquietação e nota, em seus trabalhos, uma “bem estruturada linha arquitetônica” (MAURÍCIO, out. 1952, p. 11). As pinturas da série *Escadas* (1948-51)⁵ e a série das *Composições* (1952-54) datam desse período; nas primeiras, nota-se uma ênfase na movimentação entre as linhas e os planos de cores. Algumas décadas mais tarde, a própria artista afirma que percebe nas escadas o “desfolhar” dos *Bichos* (FIGUEIREDO; SUZUKI, mar. 1986, p. 3).

No Brasil, a artista integra todas as exposições organizadas pelo Grupo Frente (1954-1957), movimento artístico eclético com origem na capital carioca. Parte dos integrantes dessa vertente artística desenvolveu uma estética geométrica. Porém o Grupo, como um todo, notabilizou-se por uma valorização da experimentação e uma abertura para novas tendências. Logo no início da formação desse coletivo, a pintora propõe a série *Quebra da moldura* (1954), que é executada em estudos a guache, em pinturas a óleo, em óleos sobre madeira, mas também pela união dessas duas últimas técnicas. Os trabalhos resultam de uma observação feita pela artista: uma linha surge entre a colagem e o passepartout quando duas superfícies são de uma mesma cor, mas deixa de ser evidente quando as cores utilizadas são contrastantes (SARMENTO, jul. 1959, p. 3). Essa mesma linha é posteriormente descrita pela artista como presente na linha formada nos marcos das portas, caixilhos, janelas e nos materiais que compõem um assoalho. Tal elemento foi posteriormente definido pela artista como “linha

⁴ A IMPORTÂNCIA de ir além do ponto que todos permitem, nov. 1971, p. 10.

⁵ A Fundação Armando Alvares Penteado (FAAP) em São Paulo apresenta um exemplar dessa série, a pintura *Escadas* (1951), óleo sobre tela.

orgânica”: uma linha viva e real, formada no espaço, mas que não era gráfica ou desenhada (LYGIA Clark busca na pintura..., 1958, p. 7).

Esse conceito de linha orgânica foi utilizado nos quadros com a moldura integrada à tela, recurso técnico encontrado por Lygia Clark para ampliar a noção do espaço pictórico que estava limitado ao espaço da tela. Por meio dessa abordagem, ela busca “arrebentar o compartimento espacial da superfície da tela”, de modo que o espaço tratado pudesse “correr para fora, na própria moldura” (LYGIA Clark busca na pintura..., 1958, p. 7). Segundo Herkenhoff, os trabalhos resultantes do desenvolvimento desse conceito resultaram no primeiro problema plástico apresentado pela artista: romper com o espaço convencional do quadro como suporte artístico e adentrar no espaço real (HERKENHOFF, 1998, p. 38).

Paralelamente às séries *Quebra da moldura* (1954) e *Superfície Modulada* (1952-1957), a artista também produziu maquetes arquitetônicas como a *Maquete de casa* (1955), a *Maquete para interior* (1955) e, alguns anos depois, *Construa você mesmo seu espaço de viver* (1960) e *Casa do poeta* (1964). Assim, nas maquetes foi possível empregar a linha como “um módulo-gráfico-espacial de todo um ambiente”; nelas há um interesse explícito por “expressar um novo espaço” (SARMENTO, jul. 1959, p. 3) por meio de uma continuidade entre superfície e ambiente.

A primeira ocasião pública em que a artista é convidada a expor sua pesquisa ocorre em 1956, com uma palestra conferida na Escola de Arquitetura de Belo Horizonte. A comunicação é publicada na revista “Brasil – Arquitetura Contemporânea” e décadas depois no catálogo da *Fundació Antoni Tàpies* na exposição *Lygia Clark* (1998). Nessa apresentação, nota-se a defesa de uma parceria entre artistas, pintores, escultores e arquitetos para integrar arte e arquitetura, e a fim de conferir maior expressão e organicidade ao espaço.

Nesse momento, Lygia Clark acredita “firmemente na procura de uma fusão entre ‘arte e vida’” (FUNDACIÓ ANTONI TÀPIES, 1998, p. 71) e procura uma “integração” entre a arquitetura e as artes plásticas (PEDROSA, nov. 1957, p. 6). Essa integração ocorre pela imersão do público no espaço, sendo as envoltórias do edifício potencializadas por elementos artísticos presentes nas portas, janelas, móveis e pinturas, que poderiam ser dispostas nas paredes. A artista elabora maquetes arquitetônicas e efetivamente as constrói, como no caso de uma vitrine instalada na Associação Brasileira da Imprensa (ABI-RJ). Esse espaço foi integrado com peças de Constantin Brâncuși, Alberto Giacometti e Max Bill⁶.

⁶ A vitrine foi instalada na ABI, mas era destinada a ser exibida no MAM-RJ por ocasião da Semana Internacional de Museus. Cf. VITRINE de Lygia Clark para o museu, 1956, p. 18.

Nas maquetes produzidas em 1955, diversos materiais são empregados: “tinta a óleo, madeira e plástico”, “tinta automotiva e madeira”, “tinta esmalte sobre madeira” (THE MUSEUM OF MODERN ART, 2014, p. 316). Segundo Mário Pedrosa, a artista “não sossegou enquanto não aprendeu ela mesma a construir maquetes” para mostrar a sua “linha orgânica” e a “integração das artes” (PEDROSA, nov. 1957, p. 6). Nessas peças, possivelmente o interesse predominante não era o caráter artístico, uma vez que elas serviam como um parâmetro para as construções em escala real. Por outro lado, as pinturas da década de 1950 também incorporaram materiais semelhantes aos das maquetes, como, por exemplo, a tinta à base de nitrocelulose (ou tinta automotiva ou laca de nitrocelulose). Nelas, assim como nas pinturas, o uso desse material permitiu cumprir com a intenção de suprimir a presença do sujeito para manter a objetividade do programa concretista (HERKENHOFF, 1998, p. 39).

Em 1957 a artista, que havia acabado de conquistar o “Prêmio de Aquisição” da IV Bienal (1957) com a obra *Planos em Superfície Moduladas n° 2*, é entrevistada por um representante do jornal *Diário de Notícias* (RJ). No depoimento, ela afirma que já não pinta a tela, mas pistola a madeira; os seus trabalhos resultam de uma “grande intimidade” com o material por meio de um “métier de operário” com atividades realizadas por ela mesma (cortar madeira, emassar, serrar o celotex, misturar e pistolar a tinta). A “intimidade profunda” com os materiais e técnicas de carpintaria para a construção das pinturas e maquetes é assimilada após dois meses de trabalho como aprendiz num ateliê especializado em madeira (LYGIA Clark Prêmio Diário de Notícias..., 1957, p. 8-9). Essa valorização do domínio da técnica é descrita por Mário Pedrosa como uma “paixão da coerência” (PEDROSA, nov. 1957, p. 6). Nessa série dos *Planos em Superfície Moduladas*⁷, o recorte e o posicionamento das placas de madeira compensada, que são ajustadas de modo a produzir frestas de separação entre as peças, materializam o conceito da artista de linha espaço ou linha orgânica.

A experiência com técnicas e materiais distintos dos utilizados por Lygia Clark no começo da sua formação levou-a a “abominar” o quadro de cavalete, os pincéis e a tinta a óleo, e a trocá-los por tintas industriais, madeira compensada, a pistola e a máscara de proteção (as tintas utilizadas eram à base de solventes agressivos como *thinner*) (Figura 1). De modo geral, o processo empregado para iniciar o planejamento das obras baseava-se no desenho prévio; em seguida a madeira era serrada, cortada, lixada, emassada e pistolada (PEDROSA, nov. 1957). Além disso, a artista também defendeu a reprodução das maquetes de arquitetura e outras obras

⁷ O Museu de Arte Contemporânea da Universidade de São Paulo (MAC-USP) apresenta um exemplar dessa série: *Plano em Superfícies Moduladas n° 2* (1956), feito em tinta industrial sobre celotex, madeira e Niulac.

da série de pinturas *Planos em Superfície Moduladas* (1956-58) conforme a “maquete original”, isto é, o projeto elaborado pela artista; esse posicionamento sinaliza, já no final da década de 1950, o desejo de “levar a arte para o povo” (LYGIA Clark (pintora concretista)..., 1957, p. 17).

Figura 1 – Lygia Clark utilizando aerógrafo, aparentemente em um suporte rígido de madeira, com o auxílio de um assistente



Crédito: Foto de Kurt Klagsbrunn.

A integração entre arquitetura e pintura, bem como o desejo de promover a fusão do espaço da obra com o espaço real, alcança novos desdobramentos quando a artista escreve em 1957, no seu diário, que procura fazer com que a obra “nasça desligada, solta no próprio espaço real” (ITAÚ CULTURAL, 2015, p. 66-194). As pinturas produzidas nesse período pretendiam exigir uma participação imediata do espectador, que, por sua vez, deveria “ser jogado *dentro dela* (grifo do autor)”. O objetivo da artista deixa de ser a visão no sentido puramente ótico, mas “o *sentir* atuando” no espectador (grifo do autor) (ITAÚ CULTURAL, 2015. p. 74-75, grifos do autor).

Na exposição “Lygia Clark: uma experiência radical (1954-1958)”, realizada na “Galeria de Arte das Folhas” (1958), o diálogo entre o espaço virtual (quadro) e o espaço real (arquitetura) é materializado nas obras. Por meio do tratamento equivalente entre a cor, a superfície da tela e a moldura, foi possível eliminar o conceito da pintura como um espaço pictórico tradicional. A superfície adquire maior relevância que a representação com a escolha

da madeira compensada e da pintura com o aerógrafo ou com a pistola. As *Unidades* (1958-59), pequenos quadrados pretos com linhas brancas nas laterais, são exibidas, e uma nova tentativa de tratar a figura e o fundo é proposta: a linha branca nos limites do fundo negro é simultaneamente forma e figura. Segundo Ferreira Gullar, a linha branca está nas extremidades do quadro, “quase fora” do fundo negro, na tentativa de fazer com que a forma rompa com o espaço, do virtual para o real (FUNDACIÓ ANTONI TÀPIES, 1998, p. 60).

Em 1959, o crítico Edelweiss Sarmiento entrevista Lygia Clark na tentativa de compreender as intenções e o raciocínio da artista. No mês seguinte, o *Jornal do Brasil* publica o *Manifesto Neoconcreto*, no qual Ferreira Gullar define as bases teóricas e as pesquisas desenvolvidas por cada membro. A artista participa integralmente das iniciativas promovidas pelos neoconcretos entre os anos de 1959 a 1961 (SARMENTO, jul. 1959, p. 3). Segundo Gullar, os pontos centrais da arte neoconcreta foram: a “busca da espontaneidade controlada, da interiorização dos meios expressivos para recuperar uma objetividade sintética do sensorial e do intelectual” e “o desrespeito aos limites convencionais dos gêneros, cuja compartimentação esboroa em face das novas necessidades expressivas” (GULLAR, nov. 1960, p. 1). O “desrespeito aos limites convencionais” já é um aspecto desenvolvido pela artista na incorporação da moldura à tela e nas iniciativas de fusão do plano com o espaço. Aspectos como “interiorização”, “objetividade” e “espontaneidade controlada”, no entanto, alcançam grande ressonância com a elaboração das séries *Contra-relevo* e *Casulo*, ainda em 1959, e posteriormente dos *Bichos* e dos *Trepantes*.

O *Contra-relevo*, referência indireta ao artista russo Vladimir Tatlin, resulta da disposição do plano na diagonal e da tridimensionalidade, sutilmente apresentada na espessura e na lateralidade da obra; aqui, o objetivo é enfatizar a presença do espaço (HERKENHOFF, 1998, p. 40). A “linha luz”, anteriormente “linha orgânica”, juntamente com os planos preto e branco empregados para distinguir figura e fundo, são “instrumentos” para promoção da “dinamização espacial” (PEDROSA, dez. 1963, p. 38). Um único exemplar dessa série, *Contra-relevo n°7* (1959) representou a artista na exposição “Contribuição da Mulher às Artes Plásticas no País”, dois anos depois da sua criação (MUSEU DE ARTE MODERNA DE SÃO PAULO, 1961).

O desejo de “compor um espaço” é cultivado com os *Casulos*, as primeiras obras produzidas com ligas metálicas. Por meio de um único plano básico erguem-se “desdobramentos planimétricos e variações espaciais” que “evoluem em um bojo espacial ideal” (PEDROSA, 1963, p. 119). A série pode ser suspensa sobre o plano (parede), apresenta um espaço interno e uma face posterior. Na descrição das técnicas utilizadas em *Casulo* (1958)

e *Casulo nº 2* (1959), descrições ambíguas e genéricas, como “metal pintado” e “ferro”⁸, respectivamente (FABBRINI, 1994, p. 59) e “tinta automotiva sobre metal” e “metal galvanizado pintado” (THE MUSEUM OF MODERN ART, 2014, p. 320), são frequentemente utilizadas.

A sutil transição do plano para o espaço, que pode ser verificada em pinturas como *Plano em Superfícies Moduladas nº 2* e na série *Contra-relevo*, também é demonstrada conceitualmente no texto da artista “A morte do plano” (1960). Nele ela destaca sua preocupação em romper com os limites do espaço, contidos arbitrariamente na noção no plano. Como consequência, as noções de frente e verso, lado direito e esquerdo, parte superior ou inferior devem ser abolidas (GULLAR; PEDROSA; CLARK, 1980, p. 13). Essa proposta alcança plenitude total com a série dos *Bichos*.

1.1 Série Bichos

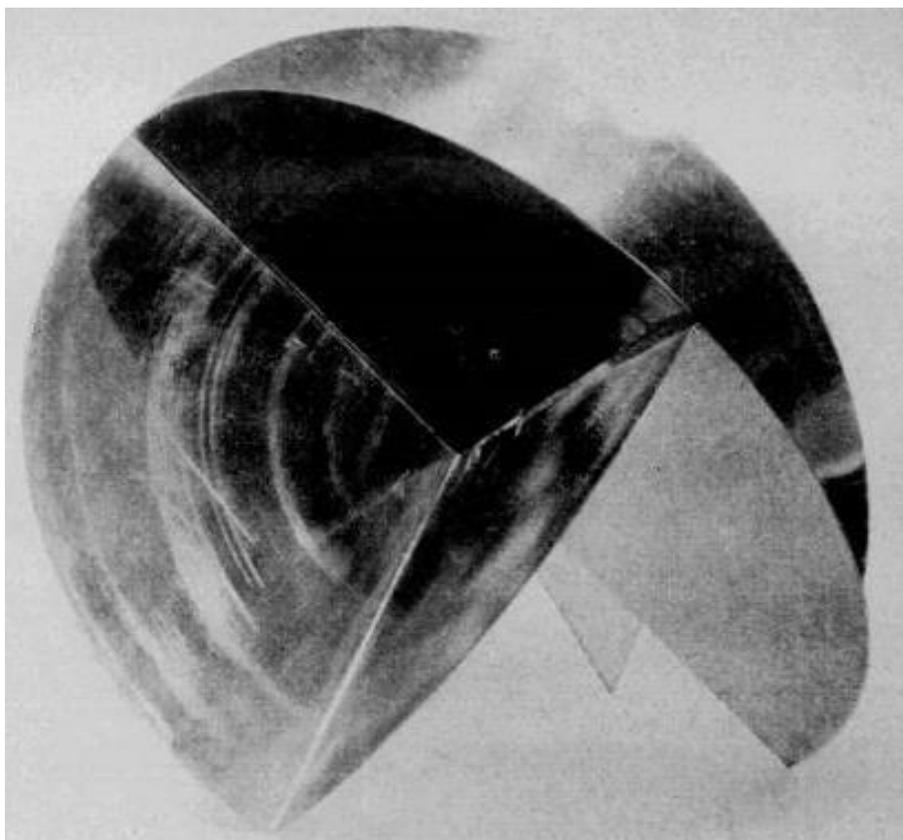
A ideia de criar os *Bichos*, portanto, não nasceu “de súbito”, mas ao longo de “muitos anos de paciência e tenacidade que, por vezes, pareciam suicidas”; quando a ideia se cristalizou, foi “como uma descoberta, de tão parecer natural.” (PEDROSA, 1980, p. 18) Segundo a artista, os *Bichos* “caíram, como se dá com os casulos de verdade, da parede do chão.” (PEDROSA, 1980, p. 16) As obras resultavam de uma estrutura prévia e o primeiro *Bicho* resultou de um contra-relevo em losango, e não de um *Casulo*, conforme afirmou Mário Pedrosa, em “Significação de Lygia Clark” (1963), e posteriormente, a própria artista no *Livro-obra* (1983), reeditado pela *Fundació Tàpies* (FUNDACIÓ ANTONI TÀPIES, 1998, p. 106). Essa primeira obra tinha dobradiças, mas não “achatava” no chão e tinha a “dignidade mística de um relógio de sol” (PEDROSA, 1980, p. 18).

A série dos *Bichos* têm início em 1960, possivelmente com o “Bicho relógio de sol”, e alcança maior complexidade no número de peças e na sua concisão com obras como *Bicho de bolso* (1966) (THE MUSEUM OF MODERN ART, 2014, p. 323). A primeira oportunidade de expôr a série ocorreu após a artista reunir uma série de modelos e apresentá-los para o colecionador Alfredo Bonino, que demonstrou grande interesse nas obras e decidiu arcar com

⁸ O uso de termos como “ferro”, “cobre”, “prata” e “ouro”, por exemplo, sugerem que o metal utilizado é puro, isto é, é composto unicamente por elementos de ferro, cobre, prata ou ouro. No entanto, metais puros tendem a apresentar baixa resistência mecânica e grande maleabilidade, mostrando-se susceptíveis a deformações mecânicas indesejáveis. Sendo assim, o mais provável é que metais descritos como “ferro” sejam, na verdade, algum tipo de liga de aço, isto é, um metal composto por elementos de ferro combinados com elementos de carbono. Essa combinação reduz os custos de produção do material, além de conferir maior resistência mecânica e aumento na dureza.

os custos necessários para a sua fabricação (COCCHIARALLE; GEIGER, 1987, p. 149). Em setembro de 1960, as primeiras 29 obras foram expostas na Galeria Bonino (RJ)⁹. Algumas peças apresentadas nessa ocasião, como por exemplo, *Sobre o redondo* (Figura 2), foram registradas.

Figura 2 – Lygia Clark, *Sobre o redondo*, exibida na Galeria Bonino em 1960



Fonte: OS BICHOS de Lygia Clark. *Revista Módulo Brasil Arquitetura*, 1960, p. 17.

No catálogo da exposição da Galeria Bonino a artista escreve o artigo “Os Bichos” (1960), texto que foi amplamente divulgado na época e que explica e define a série¹⁰. O título decorria do caráter fundamentalmente orgânico das obras, que não tinham uma forma específica. Além disso, a dobradiça que unia os planos lembrava “uma espinha dorsal”. As obras não contavam com uma orientação pré-determinada (“não tem avesso”), não eram fixas nem

⁹ A exposição na Galeria Bonino, realizada em 1960, foi a terceira individual da artista; a primeira ocorreu em Paris e a segunda, no Rio de Janeiro, ambas em 1952. Entre as obras identificadas como expostas na Bonino temos: *Invertebrado*, *Ponta*, *Articulados*, *Desfolhado*, *Articulado Duplo*, *Metamorfose I*, *Metamorfose II*, *Prisma*, *Vegetal*, *Constelação*, *Contrários I*, *Contrários II*, *Cidade*, *Vazado I*, *Vazado II* e *Sobre o Redondo* (OS BICHOS de Lygia Clark, 1960, p. 17. Disponível em: <<https://acervo.oglobo.globo.com/http://memoria.bn.br/>>. Acesso em: 29 jul. 2019).

¹⁰ Cf. JORDÃO, 1960; OS BICHOS de Lygia Clark, 1960, p. 17; JORNAL do Brasil, out. 1960, p. 2; GULLAR, abr. 1960, p. 4.

apresentavam uma base; a artista não demonstra preocupação em definir quantitativamente o número exato de posições possíveis (“quando me perguntam quais são essas possibilidades de movimento, costumo responder: ‘Eu não sei, você não sabe, mas ele sabe.’”). Por fim, a cooperação com a obra é fundamental e a partir dela é possível estabelecer o diálogo com o espectador (“não há uma passividade, nem sua nem dele [Bicho]”) (CLARK, 1980, p. 17)¹¹.

Na década de 1950, a artista havia participado de exposições internacionais e adquirido prêmios importantes¹², porém foi na década de 1960 que exposições grandiosas divulgaram sua obra e seus escritos. No Brasil, ela venceu o prêmio de melhor escultora nacional na VI Bienal de São Paulo (1961) com a série *Bichos*¹³. No mesmo ano ela também participa da “I Exposição Neoconcreta”; as obras são expostas sobre tabladados, aparentemente disponíveis para a manipulação do público (Figura 3).

Figura 3 – Registro da “I Exposição Neoconcreta” (MAM-SP/1961) com um *Bicho* em primeiro plano



Fonte: Arquivo do IAC-SP, Fundo Willys de Castro. Disponível em: <http://www.iacbrasil.org.br/busca-acervo>. Acesso em: 11 out. 2019.

¹¹ Durante a elaboração dos *Bichos*, obras que incentivam a participação do sujeito que cria quando em contato com a obra, a artista atua como professora de “artes plásticas” e desenvolve trabalhos “terapêuticos” com crianças com deficiência auditiva no Instituto Nacional de Educação dos Surdos (INES). Com esses alunos a professora se propõe a ser uma “catalisadora” e a não atuar de maneira impositiva, mas, pelo contrário, “criar com ela[s], sem interferir no seu espírito criador”. (LYGIA vai mostrar arte de meninos surdos, set. 1960.)

¹² Em 1958 e em março de 1959, Lygia Clark vence, respectivamente, o *Guggenheim International Award* (que ela ganharia novamente em 1960) e o Prêmio Leirner de Arte Contemporânea. Em 1955 participa da exposição *Artistes Brésiliens* (São Paulo/Rio de Janeiro/Paris/Suíça), em 1957 expõe no Museu Nacional de Belas Artes (Buenos Aires) e em 1959 participa da *Brasilianischer Kunstler* (MAM-RJ/*Munich's Haus der Kunst*).

¹³ Na ocasião são expostas cinco obras em alumínio: *Bicho sobre o redondo 2 e 3* (1961), *Bicho contrários 2* (1961) e *Bicho vazado 3 e 4* (1961).

Na 31ª Bienal de Veneza (1962) ela exhibe oito obras¹⁴ e na 34ª Bienal de Veneza (1968), um conjunto de 82 obras representa sua trajetória pela pintura, escultura e proposições¹⁵. Na VII Bienal de São Paulo (1963), ela é convidada para expor em uma sala especial. Nessa última ocasião, um considerável e diverso número de obras é selecionado: dezessete “Superfícies”, dez “Bichos” e quatro “Arquiteturas”¹⁶; as esculturas são expostas sobre tabladados (Figura 4). Esse conjunto, segundo a artista, apresentava o “caráter instrutivo do seu trabalho”¹⁷; durante a montagem Lygia Clark teve completa autonomia para dispor as peças do modo como desejasse. O transporte foi custeado pela Fundação Bienal e a artista escolheu o crítico Mário Pedrosa para escrever o texto de apresentação da sua obra¹⁸.

¹⁴ Todas as oito obras são da série *Bichos*; são elas: *Bicho na ronda* (1960), *Ponta* (1960), *Contrário nº 1* (1960), *Bicho contrário* (1961), *Bicho constelação* (1961), *Bicho sistema* (1962), *Bicho na rodada II* (1962), *Bicho invertebrado* (1962) (ALVES DE ANDRADE, 2019, p. 220).

¹⁵ Na ocasião, reuniram-se quatro peças da série *Casulo*, todas de 1960; três versões com folha de flandres, isto é, uma chapa de estanho e tinta, e outra intitulada *Casulo nº 4*, em ferro. Além disso, foi exposta a terceira versão de *Abrigo poético* (1964), também com folha de flandres. Para os *Bichos* foi possível reunir duas obras em aço inoxidável, *O antes é o depois* e *O dentro é o fora*, ambas de 1963; e também 29 obras da mesma série, todas em alumínio: *Metamorfose 2* (1960), duas versões de *Ponta*, duas de *Invertebrados*, duas de *Relógio de Sol*, duas de *Linear*, *Monumento a Descartes*, *Prisma*, *Metamorfose 1*, *Desfolhado*, *Objeto vindo de um undo de fora* (1961), *Contrário 1*, *Contrário 2*, *Em si* (1962), *Bachiana*, *Máquina*, *Radar*, *Monumento a todas as situações*, *Projeto para um planeta* (1963), *Pássaro do espaço*, *Pan – Cubismo*, *Parafuso sem fim*, *Carruagem fantástica*, *Arquitetura fantástica nº 1* e *Arquitetura fantástica nº 2*. Outras obras como *Trepante 1, 2, 3, 4, 5 e 6* (1965) e *Caixa 1, 2, 3, 4 e 5* (1965). (MAURÍCIO, Jayme. *Il Brasile: Alla XXXIV Biennale Di Venezia. Exh. Catálogo*, São Paulo: Olivetti Industrial S.A., 1968)

¹⁶ Na Bienal as obras da artista são divididas em três conjuntos: “Superfícies”, no qual temos obras das séries *Planos em Superfície Modulada*, *Espaço Modulado*, *Ovo*, *Unidade* e *Contra-Relevo* e *Casulo*; e outras obras da série *Bichos*, como *Ponta*, *Contrários I*, *Objeto Vindo de um Mundo de Fora*, *Parafuso sem Fim*, *Monumento a Todas as Situações*, *Sistema*, *Projeto para um Planeta*, *Carruagem Fantástica*, *Pássaro do Espaço* e *Invertebrado*. (PEDROSA, 1963, p. 123)

¹⁷ CLARK, Lygia. [Carta]. Destinatário: Diná Coelho, Rio de Janeiro. 16 abr. 1963. 1 f. Fundação Bienal de São Paulo, São Paulo.

¹⁸ CLARK, Lygia. [Carta]. Destinatário: Diná Coelho, Rio de Janeiro. 16 abr. 1963. 1 f. Fundação Bienal de São Paulo, São Paulo.

Figura 4 – Sala especial “Lygia Clark e seus Bichos” na VII Bienal de São Paulo (1963)



Fonte: Fundação Bienal de São Paulo, São Paulo. Acervo iconográfico 07BSP.00141. Foto: Athayde de Barros. Disponível em: <<http://arquivo.bienal.org.br/pawtucket/>>. Acesso em: 5 fev. 2020.

Os *Bichos* foram expostos individualmente pela primeira vez em Nova Iorque, primeiramente na *Louis Alexander Gallery* (de 19 a 16 de março de 1963) e em seguida na galeria americana *PepsiCo* como parte da exposição *Brazil: new images*. A primeira exibição foi nomeada pela artista como “First Exhibition in United States” e contou com exemplares dos *Bichos* expostos na 31ª Bienal de Veneza (1962). Lygia Clark não pode estar presente, mas foi representada por Jean Boghici, que vislumbrou a “oportunidade de exibir uma de nossas boas escultoras na América” e levou consigo vinte *Bichos* da artista “rumo a uma das críticas mais severas e importantes em Artes Plásticas do mundo”. Uma parte das obras foi vendida na ocasião, outra parte permaneceu com o marchand (LYGIA e a vitória de seus “bichos” em N.Y, 1963).

Em uma carta endereçada ao crítico de arte brasileiro Jayme Maurício, a artista escreve da França contando que os *Bichos* estavam “fazendo realmente bastante sucesso” (CLARK, mar. 1964). Max Bense, professor da *Studium Generale Technische Hochschule* (Stuttgart), convida a artista para os exibir na Alemanha. Ela recebe diversos outros convites para expor na Itália e na Suíça. Em outro relato de junho de 1964, dirigido a Hélio Oiticica, ela relata dificuldade na montagem e exibição da série *Bichos* em um vernissage ocorrido na *Studium*

Generale Technische Hochschule. A artista foi convidada a preparar e expor, entre outras obras, as suas esculturas em metal, mas não teve tempo para adequar o espaço e o posicionamento das obras. Como resultado, os *Bichos* foram dispostos suspensos por fios de nylon, “como os móveis de Calder”. A artista interveio e colocou “tudo no chão, com raras exceções”. O resultado positivo é por fim narrado por Clark, que frisa que “todos sem exceção mexiam sem parar nos *Bichos*” (CLARK; OITICICA; FIGUEIREDO, 1996, p. 26-27). Segundo ela, cabe ao “espectador” movimentar as “placas” e colocá-las “na posição que [ele] quer [...] como ele gosta”, pois “não há melhores posições”¹⁹.

1.2 Série Trepantes

No final de 1962 surgem os *Trepantes*, obras genericamente descritas pela artista como “bichos sem dobradiças” (PECCININI, 1978, p. 126). Nessa fase, aço inoxidável foi uma liga recorrente, sendo empregado sozinho ou acompanhado de blocos de madeira (BUTLER, 2014, p. 323); outras obras dessa mesma série, no entanto, utilizaram ligas de cobre como o bronze conjugadas com papelão ou com pedra (JAYME, 1968). Nessa fase a artista parecia estar interessada em aspectos sensoriais como a textura, a leveza e a elasticidade. Segundo ela:

No final, de 1962 comecei a fazer os trepantes. São bichos sem dobradiças em que usei um material mole, borracha, toda a parte sensorial do meu trabalho já estava implícita no trepante de borracha, que não tinha uma estrutura definida, nem rígida, que o material era flexível, sensorial mesmo e que a priori não tinha estrutura, porque você o jogava no chão, dava um chute nele; se enroscava inteiro de qualquer maneira. Não era um trabalho como o bicho que era de metal articulado, que tinha uma estrutura muito mais formal (PECCININI, 1978, p. 126).

Essa nova série é descrita por Mário Pedrosa como uma superação “das limitações impostas pela invenção técnica, mecânica da dobradiça”. Uma outra “ideia surgiu, então, de fazer soldar a superfície circular de cima à de baixo, ligando partes cortadas de uma com partes da outra.” Surge assim um novo “movimento continuado, por expansão, concentração, convergência, escorzo [...] coleante ou ondulante” (PEDROSA, dez. 1963, p. 38).

Os *Trepantes* não mais se desdobram em torno de um eixo rígido e plano, mas por meio de dobras e torções aderem plasticamente a outros suportes (madeira, pedra, metal), configurando “um espaço que enrosca no outro” (HERKENHOFF, 1998, p. 43). A mudança no material pode resultar do interesse da artista por uma estrutura elástica e deformável, que lhe

¹⁹ CLARK, Ligia. Ligia Clark: Sempre tive crises como se estivesse morrendo. [Entrevista cedida a] José Guinle Filho. Centro de Documentação do Museu de Arte de São Paulo, São Paulo. Não datado. p. 74.

permitiria aprofundar-se em questões sobre o cheio e o vazio, também presentes nos *Bichos*, mas que nesse momento adquirem maior relevância pela possibilidade de enrolar o aço inoxidável. Nessa fase iniciada em 1963, surgem obras como *O antes é o depois* e em seguida *O dentro-fora*, que conforme a artista, nascem das pesquisas realizadas com o *Bicho* denominado *Antes é depois* (GULLAR; PEDROSA; CLARK, 1980, p. 23). No texto autoral “Vazio-Pleno” (1960), a artista afirma que “o que uma forma pode expressar só tem sentido [...] em relação estreita com seu espaço interior, vazio-pleno da sua existência” (GULLAR, abr. 1960, p. 4).

A busca por uma estrutura com torções ainda mais acentuadas e com maior maleabilidade que as propostas com o aço inoxidável faz com que Lygia Clark realize experiências com o plástico ou a borracha na *Obra mole* (1964), nova designação para identificar um “*Trepante* de borracha”. Verifica-se, aqui, novamente, o rompimento com aspectos tradicionais da obra de arte; ao vê-la, Mário Pedrosa afirma finalmente poder “chutar uma obra de arte”.

O Trepante era de borracha e foi feito em 64. Foi o último bicho que fiz. Aliás, foi muito bonito, porque eu fiz, levei à casa do Mário [Pedrosa] e joguei no chão. O Mário deu um chute no ‘trepante’ e falou: “Até que enfim pode-se chutar uma obra de arte...” Eu adorei isso. (COCCHIARALE; GEIGER, 1987, p. 150).

No começo da década de 1970, durante sua curta estadia no Rio de Janeiro para tratamento de saúde, a artista relata “imensa dificuldade” para realizar um “grande *Trepante*” em metal; segundo ela “tudo é difícil” (CLARK; OITICICA; FIGUEIREDO, 1996, p. 184) (Figura 5).

Figura 5 – Registro de Lygia Clark com um *Trepante* em 1972

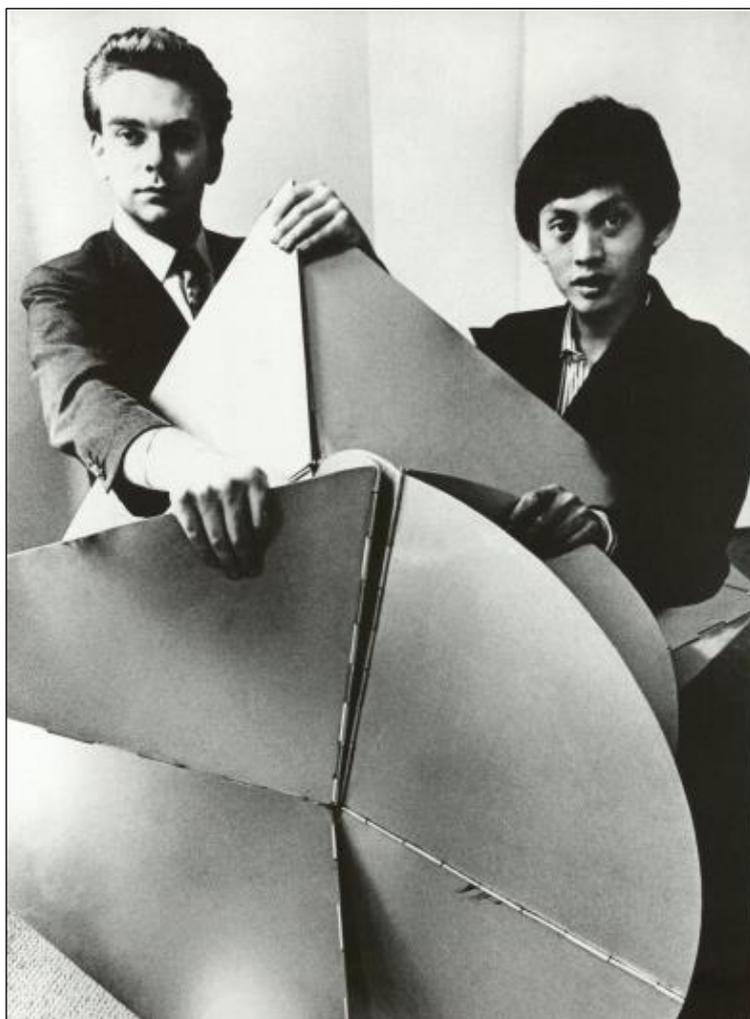


Fonte: Arquivo Nacional – Fundo Correio da Manhã. Foto: Eduardo Clark.
Disponível em: <http://arquivonacional.gov.br>. Acesso em: 16 mar. 2020.

Em maio e junho de 1965, a artista expõe pela primeira vez na galeria experimental inglesa *Signals London* “aproximadamente sessenta obras”, entre elas: as *Superfícies moduladas*, as *Unidades*, os projetos arquitetônicos, os *Bichos* e os *Trepantes*. Nessa ocasião, a produção dos seus últimos 15 anos de trabalho foi apresentada pela primeira vez para o público inglês, que foi convidado a “participar” e “manipular as construções da exibição” (MEDALLA, 1965)²⁰. O evento foi organizado pelo artista David Medalla e pelo fundador e diretor da revista que representava a galeria, Paul Keeler (Figura 6); na publicação constam alguns textos autorais da artista, análises críticas de Mário Pedrosa, um poema de Walmir Ayala sobre os “Bichos” e um texto crítico de Max Bense (MEDALLA, 1965).

Figura 6 – À esquerda, Paul Keeler, fundador da galeria *Signals London*, e à direita, o artista David Medalla, ambos na exibição da exposição de Lygia Clark na galeria *Signals London* (1965)

²⁰ Tradução livre. “The public is invited to manipulate the constructions in this exhibition for, as Lygia herself has said, ‘The word of art should call for the immediate participation of the spectator and the latter should be immersed on it.’”



Fonte: BUTLER *et al.*, 2014, p. 185.

Na I Bienal Nacional de Artes Plásticas (dezembro de 1966), inaugurada em Salvador (BA), a artista exibiu em uma sala especial e conquistou o Grande Prêmio. Nessa ocasião, ela expõe “grande número de peças” que representaram “pelo menos, três fases diferentes”, sendo as duas primeiras já conhecidas no Brasil: a das *Superfícies moduladas* (pinturas em preto e branco sobre Eucatex), a das “esculturas móveis” (*Bichos* e *Abrigos potéticos*) e outras obras como *Casulos* e *Ovo*. A terceira fase compreendeu “experiências diversas”, na qual se incluíram os *Trepantes* de “metal dourado” e de “borracha” (expostos somente na *Galeria Signals*), as “caixas de fósforos” (*Estruturas de caixas de fósforos/1964*), os “sacos de plástico com água e pedra” (*Livro sensorial/1966*), *Respire comigo* e *Diálogo* (1966) e projetos arquitetônicos novos e antigos. Contudo, além desses exemplares, outros “trabalhos recentes feitos especialmente para esta exposição” foram expostos, como por exemplo obras em “que a artista conjuga caixas e trepantes (metal)”. Segundo Moraes, pela primeira vez o público brasileiro sentiu de “uma só vez, toda a evolução da artista” (MORAIS, jan. 1967, p. 3). Nessa ocasião

foram feitas cinco “caixas de metal” que “ligam seu concretismo inicialmente plano [...] ao concretismo de volume dos bichos” (LAUS, 1967, p. 2; BIENAL da Bahia..., 1967, p. 3).

Uma anotação realizada no diário pessoal da artista no final da década de 1960, documento que foi posteriormente digitalizado e publicado pelo Itaú Cultural em 2015, Lygia Clark novamente define o *Bicho*, o *Trepante* e a *Caixa*, também identificada por *Caixa-Trepante*. Segundo ela o *Bicho* é “organismo vivo, mas ainda objeto da participação”, característica que, segundo ela, o *Trepante* compartilha, com a diferença de que esse último “se agarra[va] em um suporte (ou caixa ou tronco ou ainda um portal)” e se expressava “colado” a um suporte (ITAÚ CULTURAL, 2015, p. 134). A *Caixa-trepante*, por sua vez, era como que o “suporte integrado na forma geométrica (estrutura)”, era o *Trepante*, porém “com o seu próprio suporte” (ITAÚ CULTURAL, 2015, p. 134). O catálogo do *The Museum of Modern Art – New York* (MOMA-NY) registrou a ocorrência de dois exemplares de Caixa trepante, um da Coleção Eugenio Pacelli P. dos Santos e outro da Coleção Jones Bergamin, ambos de 1965 e feitos com liga de cobre (BUTLER; PERÉZ-ORAMAS, 2014, p. 323).

1.3 Aspectos históricos relativos à fabricação e exibição dos *Bichos* e *Trepantes*

A participação e a manipulação foram conceitos defendidos pela artista e materializados nas obras da série *Bicho* e *Trepante*. A participação foi uma “sequência lógica de pensamento” que se iniciou na linha orgânica e se desdobrou nas maquetes e em obras como *Planos em superfícies moduladas*; a artista, porém, não se posicionava como a inventora da manipulação no objeto, mas como “uma catalisadora do momento” (PECCININI, 1978, p. 126). Esse aspecto é debatido nas cartas de Lygia Clark com o artista e amigo Hélio Oiticica; em uma delas, enviada de Paris, ela explica que na série dos *Bichos* a questão do “tempo-experiência” é colocada em oposição ao conceito de “tempo mecânico” (CLARK; OITICICA; FIGUEIREDO, 1996, p. 35).

Ainda em Paris e dirigindo-se a Hélio Oiticica, a artista afirma ter encontrado “o alumínio mais fabuloso possível! 99,99 de pureza! Você vai ver.” (CLARK; OITICICA; FIGUEIREDO, 1996, p. 35)²¹ O filho da artista e presidente da Associação Cultural Lygia Clark (ACLC), Álvaro Clark, acrescenta que esse alumínio então era utilizado na aviação e importado

²¹ Em carta endereçada a Hélio Oiticica a artista escreve que “o tempo é o novo vetor da expressão do artista. Não o tempo mecânico, é claro, mas o tempo vivência que traz uma estrutura viva em si. Sinceramente eu tenho certeza de que os *Bichos* são isto, sem modéstia e sem exageros” (CLARK; OITICICA; FIGUEIREDO, 1996, p. 35). Esse registro não foi datado, porém acredita-se que ele remonte a 1964, pois no relato há a descrição de exposições com participação de Lygia Clark realizadas por Max Bense na galeria *Studium Generale* (Stuttgart) e Michel Seuphor na *Galerie Denise René* (Paris), eventos que ocorreram, respectivamente, em fevereiro e dezembro de 1964.

da França em grande quantidade²². Embora as ligas de alumínio abarquem uma larga diversidade de materiais, o material descrito por Lygia Clark é o alumínio comercialmente puro, que não é utilizado na aviação e apresenta uma das menores densidades entre os metais (2,7 g/m³). A baixa densidade e a espessura reduzida das folhas (em torno de 1mm) provavelmente convergiram com o desejo da artista de incentivar a manipulação e a movimentação das chapas nos *Bichos* (Figura 7)²³.

Figura 7 – Lygia Clark manipulando um *Bicho* na VI Bienal de São Paulo (1961)



Fonte: **O Cruzeiro**, 21 out. 1961, Edição 0002 (1), p. 126.

²² Entrevista concedida ao autor. "...o alumínio sempre foi caro, inclusive o alumínio que ela trabalhou foi o alumínio importado, foi o alumínio noventa e nove vírgula nove, nove, nove por cento (99,999%) de pureza, que era o alumínio de aviação. Ela importou da França uma caixa enorme, para poder fazer os *Bichos*." Ver Apêndice 3.

²³ Atualmente, as peças da artista não são mais manipuladas pelo público em exposições. Como alternativa, alguns museus utilizam réplicas, vídeos, registros fotográficos em diversos ângulos ou até mesmo uma vitrine que permite circundar as obras. Na exposição realizada na Dan Galeria em 2004, foram feitas novas tiragens de obras da artista, além da produção de uma réplica; ambas com material distinto do originalmente utilizado. A réplica foi feita para ser manipulada pelos visitantes. (Cf. MOSTRA sintetiza processo criativo de Lygia Clark, 2004). Esse aspecto será discutido com maior ênfase no Capítulo 4.

Diversas nomenclaturas e formatos foram escolhidos para essa série. Algumas obras possuem poucas peças e têm posições “fixas que limitam os movimentos”, aspectos que podem coincidir com o início do aprendizado das técnicas de corte e dobra em metal; porém, outras são “plenamente móveis” (FABBRINI, 1994, p. 63) e possivelmente resultam de uma maior confiança da artista. Segundo a própria Lygia Clark, nas obras dessa série a sua preocupação incide sobre a “organicidade” em lugar do “seu aspecto ou finalização formal”; as peças são “organismos vivos”, isto é, quando manipuladas, desenvolvem configurações próprias que nem a artista consegue prever (PONTUAL, set. 1977). Essa vitalidade foi descrita com admiração por Mário Pedrosa:

[...] fora de lugar estar aqui a analisar e esmiuçar esses movimentos com os espaços imprevistos que criam, as sombras que projetam, os reflexos que despertam, as irisações luminosas que aparecem, as invaginações que se abrem, a visualizações espaciais que se antevêm, as virtualidade tempo-espaciais que sugerem. Se as primeiras realizações ainda tinham certa predominância do espaço escultórico, outras são já de valor arquitetônico, combinado ao espaço escultórico (PEDROSA, 1963, p. 121).

Segundo Álvaro Clark, nos estudos que antecederam as esculturas, a artista recorreu ao desenho, às maquetes com recortes de papel cartolina, à madeira compensada e até mesmo ao alumínio com fita adesiva para unir as chapas. O presidente da ACLC ainda afirma que Lygia Clark não fazia Bichos grandes, somente pequenos; os maiores eram realizados por serralheiros com indicações da artista. O filho ainda explica que as maquetes, isto é, os projetos, eram de posse da artista e a auxiliavam na produção de novas versões, que por sua vez poderiam ser de três tamanhos: 50 x 50 cm, 25 x 25 cm ou metro por metro²⁴.

A liga de alumínio foi o material mais utilizado na série dos *Bichos*, havendo também exemplares em aço inoxidável (séries como *O antes é o depois*, *O dentro é o fora* e *Trepante*)²⁵, em aço (série *Casulo*), em ligas de cobre como o latão ou o cobre puro (série *Caixas*), além de

²⁴ “Ela não fazia *Bicho* grande. Os grandes ela chamava um, como é que chama, um feitor um... [...] É um serralheiro, é serralheiro. E, ensinava a fazer, e fazia do lado dele e o cara acabava aprendendo a fazer. Então ela levava uns pequenininhos para ele ver como ela fez. [...] E depois quando ela criava, ela ficava com as maquetes, que eram criação dela, aí quando aparecia alguém que queria comprar, e escolhia, aí ela mandava fazer. Chamava o artesão e fazia com o artesão para vender. [...] ela vendia o *Bicho* PRONTO. A escultura PRONTA, de cinquenta por cinquenta (50 x 50). Porque têm três dimensões: de cinquenta por cinquenta (50 x 50), de vinte e cinco por vinte e cinco (25 x 25) e metro por metro, que é difícilima. Esse metro por metro é enorme, difícilima de manejar. Entrevista realizada por João Henrique Ribeiro Barbosa com Álvaro Edwards Clark, presidente da Associação Cultural Lygia Clark (ACLC) na sua residência nos dias 26 e 29 de novembro de 2018. Não publicada.

²⁵ Na representação brasileira para a 34ª Bienal de Veneza (1968), Lygia Clark expõe 82 obras, sendo 40 em metal: um *Casulo*, três *Caixas*, cinco *Trepantes* e 31 *Bichos*. Segundo informações do catálogo, dessas quatro dezenas de obras 29 foram feitas em alumínio e duas em aço inoxidável (*O antes é o depois* (1963) e *O dentro é o fora* (1963) (MAURÍCIO, 1968, n.p.).

em outras ligas metálicas galvanizadas. Embora haja pouca discussão sobre a escolha do material para essa série, acredita-se que a inspiração para o uso do alumínio decorra da valorização dada à arquitetura pela artista^{26 27} e da relevância desse material para a construção civil da década de 1960²⁸.

A preocupação da artista com a estética do alumínio permanece uma questão indefinida, porém a opinião de artistas próximos pode sugerir qual era o seu entendimento. Segundo a criadora mineira, o interesse pela liga decorreu do desenvolvimento da sua pesquisa: “[N]ão parto do material para expressar uma coisa, procuro o material para expressar o pensamento”²⁹. Para Franz Weissmann, colega dela no grupo dos neoconcretos (1959-1963), o alumínio era um “metal delicado” e “pouco denso do ponto de vista da percepção”. O ferro (aço), pelo contrário, correspondia às necessidades do escultor por ser um material “mais pesado e rico de matéria” (GULLAR, mar. 1959, p. 7). A riqueza da matéria pode estar associada à diversidade de tons e colorações, aspecto empregado pelo austro-brasileiro em algumas obras, seja por meio da pintura, seja pela exposição do aço ao relento. Para Lygia Clark, no entanto, nesse momento, a cor não era um elemento particularmente interessante (FIGUEIREDO; SUZUKI, 1986, p. 3). Inclusive, como descreve Casa Nova (1998), a artista possivelmente estava interessada na refletividade da superfície de alumínio, que permite “espelhar a careta do autêntico bicho (o espectador...)” ou o “jogo de luz e sombra”, particularmente explorado em obras como *O dentro é o fora* (CASA NOVA, 1998, p. 3-5).

Amilcar de Castro, também integrante do grupo dos Neoconcretos, considerava que o “alumínio não [tinha] caráter”. A maleabilidade excessiva dessa liga não lhe permitia ceder a sutis e “determinados arqueamentos e flexões”, mas, pelo contrário, toda e qualquer iniciativa marcava a peça. O alumínio, liga metálica que apresenta maior resistência à corrosão, não “sente a passagem do tempo” e, portanto, remete a um “presente contínuo”, a uma “disponibilidade absoluta”, a experiência está sempre “para acontecer pela primeira vez”

²⁶ O interesse de Lygia Clark pela arquitetura repercutiu no nome de obras como *Trepante* (1964-1965) e *Abrigo Poético* (1960 e 1964); nos projetos arquitetônicos de *Maquetes para Interior* (1955), *Arquiteturas Fantásticas* (1963), *Construa Você Mesmo Seu Espaço de Viver* (1960), *A Casa É o Poeta* (1964), *A Casa É o Corpo* (1968); e nas proposições como *Caminhando* (1963) (DELGADO MOYA, 2018, p. 57).

²⁷ Particularmente na obra e maquete de arquitetura *Construa você mesmo seu espaço de viver* (1960), as partes dos espaços da casa eram moduláveis pelo próprio morador. Essa alternativa está em total consonância histórica e conceitual com as esculturas concebidas no mesmo período (série dos *Bichos*).

²⁸ Além disso, a arquitetura e a construção civil brasileira, naquele período, também passavam por forte influência das chapas de alumínio. Dentre as edificações realizadas no período é possível citar: o “Ginásio do Paulistano”, em São Paulo, que teve toda a sua cobertura feita com chapas de alumínio (O ESTADO DE SÃO PAULO, 1961, n.p.).

²⁹ CLARK, Ligia. Ligia Clark: Sempre tive crises como se estivesse morrendo. [Entrevista cedida a] José Guinle Filho. Centro de Documentação do Museu de Arte de São Paulo, São Paulo. Não datada. p. 74.

(NAVES, 1997, p. 235-236). Essa característica se aproxima muito da proposta original da artista de tornar a obra disponível para a manipulação e a interação com o público.

Para além de escultores neoconcretos como Franz Weissmann e Amilcar de Castro, outros artistas brasileiros, como, por exemplo, Ascânio Maria Martins Monteiro (ou Ascânio MMM), utilizaram ligas metálicas como o alumínio em suas esculturas. Para Ascânio MMM, pintor e escultor com formação em arquitetura, a escolha pelo alumínio no começo da década de 1970 decorreu justamente de seu “estreitamento de relações com a arquitetura”; segundo ele, esse material ofereceu “mil possibilidades de criar formas novas” (MOOON, 1972, p. 3). No caso de Mary Vieira, os metais modernos ofereceram “diferentes possibilidades estático-dinâmicas” para a composição de suas soluções plásticas³⁰.

O uso da liga de alumínio também resultou de motivos práticos de exposição e de conservação experimentados anos antes. Segundo Lygia Clark, os primeiros *Contra-relevos* eram feitos em madeira, mas, tendo enfrentado diversas exposições, chegavam com “a ponta quebrada” e, na tentativa de evitar a reconstrução contínua das peças, ela recorreu às finas placas de alumínio utilizadas em avião (COCCHIARALLE, FERNANDO; GEIGER, 1987, p. 149). As deformações na madeira fragilizam o suporte, o que, no caso dos metais, poderia ser corrigido com um martelo de borracha. O alumínio aumentou a durabilidade do material e facilitou a sua manipulação. Por outro lado, o metal introduziu limitações técnicas, como, por exemplo, a dificuldade na dobra e na junção entre as placas. O material exigiu um novo método e estimulou a “imaginação criativa” da artista, conceito desenvolvido por Fayga Ostrower para nomear a busca do artista para solucionar concretamente um problema (OSTROWER, 2016, p. 32).

O contexto de produção do conjunto exposto na Galeria Bonino, em 1960, é descrito pela artista por meio de cartas endereçadas ao escultor austríaco Franz Weissmann, que estava em Portugal, e entre este e o crítico de arte Mário Pedrosa. Para o escultor, ela afirma estar exausta por ter feito *Bichos* por “três meses seguidos” (WEISSMANN, 2005, p. 100). Ao crítico, ela relata estar procurando algum profissional especializado no trabalho com os metais. Isso porque Mário Pedrosa escreve para Franz Weissmann para informá-lo que Lygia Clark já havia começado “a fazer alguns [*Bichos*] em casa”, pois tinha adquirido maior “noção da técnica de execução” e estava se “tornando mais exigente” (WEISSMANN, 2005, p. 120). Segundo o crítico, ela teve dificuldades na elaboração da articulação das peças em alumínio e

³⁰ A respeito da obra de Mary Vieira, cf. **Habitat**, São Paulo, nº. 57, nov./dez. 1959. Disponível em: <https://icaa.mfah.org/s/en/item/1091605#?c=&m=&s=&cv=&xywh=349%2C265%2C1516%2C848>. Acesso em: 16 jul. 2021.

procurou o irmão do escultor, Fritz Weissmann³¹, pois estava à procura de um profissional que “fizesse dobradiças” (WEISSMANN, 2005, p. 120). Esse relato confirma a participação da artista na elaboração das obras, mas também comprova a dificuldade dela em sua execução (Figura 8).

Figura 8 – Lygia Clark em ateliê no Rio de Janeiro no começo da década de 1960



Fonte: **O Cruzeiro**, Arquivo Estado de Minas, 1962. Fotografia: Darcy Trigo. Disponível em: <https://www.uai.com.br/app/noticia/e-mais/2013/03/13/noticia-e-mais,141016/alem-da-moldura.shtml>. Acesso em: 16 mar. 2020.

Algumas peças em metal podem ter tido a sua fabricação auxiliada pela participação de pessoas próximas à artista, como, por exemplo, o técnico em eletrônica e colecionador de arte Jean Boghici (1928-2015)³². Segundo a própria Lygia Clark, Boghici a auxiliou no desenvolvimento de soluções técnicas para as obras e “ficou muito orgulhoso de ter ajudado a criar a dobradiça, que era muito difícil”. Essa dificuldade resultava do fato de que esse sistema de articulação deveria sair “direto da própria peça”, sendo portanto necessário evitar o uso de parafusos e outras peças em metal (COCCHIARALLE; GEIGER, 1987, p. 149).

A participação de Jean Boghici na elaboração das obras da artista foi um aspecto discutido na entrevista realizada com o técnico na década de 1980 por Paula Cristina Terra, em

³¹ Fritz Weissmann fundou a Comércio e Indústria de Ferro e Alumínio (CIFERAL) em 1955; a empresa tinha sede no Rio de Janeiro e fabricava carrocerias de alumínio para ônibus de empresas brasileiras.

³² Lygia Clark desenvolveu grande proximidade com Jean Boghici durante os anos de 1958 a 1963. (CAMBARÁ, 1988.)

documento pouco citado, mas relevante para este estudo. O entrevistado afirma que a sua participação na produção das obras esteve voltada para um “sentido técnico de ver” (BOGHICI, 1993, p. 16). Pelo depoimento, o colecionador aparenta dominar técnicas de conformação (dobra), corte (serra de mão como tico-tico) e revestimento do alumínio (anodização), procedimentos comuns no seu cotidiano como mecânico que atuava no conserto de geladeiras, gravadores e eletrodomésticos.

[...] na eletrônica, no rádio eu fazia muitos interruptores, e anodizava o alumínio, porque alumínio não anodizado... O anodizado dá uma pequena firmeza. E naquela época havia muita esquadria anodizada, começava. Conheci uma fábrica aí no subúrbio. Mas o problema, antes de anodizar, era como unir essas placas. Aí eu me lembrei de dobradiças, evidentemente. [...] É muito simples. Compramos eixos de bicicletas velhas e fizemos assim. Primeiro com a cerinha de aerodelismo. [...] Dobrava assim. [...] Aí botava um eixo aqui, com uma martelada [...]. E para ficar melhor batia mais num torno [...]. Aí cortava. Isso durou nos primeiros *Bichos*. [...] eu reconheço esses [*Bichos*] feitos com serrote tico-tico, que não são muito perfeitos, um é mais aberto... Anodizamos, ficava uma maravilha (BOGHICI, 1993, p. 9).

Ele parece ainda indicar que a liga metálica era importada:

[...] quando fomos para França, compramos o alumínio G3, um duro alumínio francês, muito bom. Na época era o alumínio que se fazia (sic) aviões mais sofisticados, placas, uma fortuna para trazer para o Brasil. E aí anodizava muito bem. A maioria dos *Bichos* são feitos assim. (BOGHICI, 1993, p. 9)

Conforme descrito anteriormente, a conformação mecânica das chapas foi um dos primeiros procedimentos empregados, por meio do qual seria possível formar as articulações e as dobradiças; esse processo ocorreu inicialmente a partir de operações manuais. Segundo a artista, a fabricação da articulação era um procedimento exaustivo, todo feito “no braço com o martelo” (COCCHIARALLE; GEIGER, 1987, p. 149). Nos primeiros exemplares dos *Bichos* as dobradiças foram feitas com eixos de bicicletas velhas, peça possivelmente utilizada como matriz para deformar o metal. A cera de aerodelismo, por sua vez, facilitaria a remoção da matriz após a deformação do metal por meio de golpes de martelo no torno. Em um momento posterior, a artista afirma ter conhecido o mecânico Oswaldo de Souza, que trabalhava na aviação e colaborou na fabricação dos *Bichos*. De acordo com Lygia Clark, Souza seria responsável por criar uma máquina de “dar dobra no alumínio” (COCCHIARALLE; GEIGER, 1987, p. 149). O corte com o auxílio da serra de mão e a dobra com o martelo e a superfície

plana de um torno são equipamentos também citados por Álvaro Clark para a construção da obras em metal. Contudo, segundo ele, as obras feitas pela artista não ficavam perfeitas³³.

O colecionador Jean Boghici sugere que as chapas eram primeiro dobradas e, em seguida, recortadas, isto é, novamente cortadas nos locais destinados para o encaixe ou para a articulação das peças. Inicialmente essa etapa foi feita manualmente, com serra tipo tico-tico. Posteriormente, esse procedimento seria automatizado por funcionários portugueses, possivelmente “funileiros” (BOGHICI, 1993, p. 5), que fizeram “uma máquina para se fazer esse zig-zag”. Jean Boghici afirma que após uma edição da Bienal, Oswaldo Souza também passou a ajudar “a fazer os bichos” (BOGHICI, 1993, p. 9). A própria artista confirma a utilização de uma “máquina de cortar macho e fêmea” criada por Souza, para auxiliar na construção dos recortes. A transição do processo manual para a produção com as máquinas seria concretizada com a oportunidade de enviar obras à Bienal (COCCHIARALLE; GEIGER, 1987, p. 149). Nessa época, segundo Boghici, a artista utiliza nas suas esculturas “tinta de automóveis, pistola para pintar, [e] instrumentos de funileiros para criar suas formas”; ela “vestia jeans [e] convivia com mecânicos [...]. [...] íamos juntos a oficinas, a funilarias” (CAMBARÁ, 1988).

Durante o acabamento das peças a artista recorreu a instrumentos como a lima, que deveria remover as marcas do corte e recorte ou as rebarbas; esse procedimento foi, inclusive, registrado pelo fotógrafo Darcy Trigo durante a elaboração de uma obra (PINAKOTHEKE CULTURAL, 2021, p. 83). A superfície das folhas também era polida com uma lixadeira; o funcionário Sidônio (sobrenome desconhecido) foi um dos responsáveis por esse processo, que, uma vez finalizado, possibilitaria a anodização do alumínio. Segundo Jean Boghici, era necessário “polir para [depois] poder anodizar” (BOGHICI, 1993, p. 9); essa afirmação, ainda que simples, é consistente com a ordem de procedimentos necessários para a anodização do alumínio. Essa técnica não seria responsável por aumentar a resistência mecânica das peças, mas evitaria a formação de riscos devido à formação de uma camada superficial de maior dureza. Contudo, ainda assim, a formação de riscos seria inevitável, segundo Boghici: “nunca

³³ Ela primeiro cortava a placa do *Bicho* e depois vinha com a serrinha Tico-Tico. Tic-tic-tic [imitando barulho do corte]. Chegava em um momento que você quebrava a serrinha, eu mesmo fazia isso, eu e meu irmão. Quebrava a serrinha botava outra, fazia e fazia o primeiro dente, porque era macho e fêmea, macho e fêmea. Então mamãe fazia os primeiros com a serrinha. Depois passava a lima ou a grossa para poder alisar e etc e tal. [...]a dobradiça era no martelinho. Você botava no, como chama aquele negócio que se coloca em cima da mesa... um torno, ela botava em um torno e aí começava a bater. Pa-pa-pa-pa [imitando barulho do martelo] devagarzinho, para ir fechando, fechando, fechando. [...] Mas então, quem executava esses grandes eram os artesãos, aí ficava lisinho, sem defeito, sem nada. [Mas existem obras pequenas que são quase perfeitas.] Não os feitos por ela. Feito pela mão dela, (quais) são? [perguntando em voz alta para si mesmo] São cinquenta (50) e poucos que ela fez com a mão dela que não são esse *Bichos* todos bonitinhos. Essas são obras museológicas, são obras de museu. Ver Apêndice 3.

encontramos um material que não arranh[ass]e. Porque o problema da Lygia era também a manipulação.” (BOGHICI, 1993, p. 9)

Esses relatos indicam uma situação diferente daquela descrita pela artista em 1957, período em que ela ainda trabalhava com a madeira e no qual assumia todas as etapas de fabricação (cortar, lixar, emassar, pintar e polir). A produção das obras em metal deve ter requerido a contribuição de outros profissionais, uma vez que o novo material exigia diferentes técnicas e ferramentas específicas. Nesse período do início da década de 1960, a própria Lygia Clark afirmou que, pela primeira vez, “deixou de querer ser a maior” (COCCHIARALLE; GEIGER, 1987, p. 149). O hábito de não assinar a parte frontal das pinturas, mas o seu verso, é aqui modificado, e as obras em metal não contam com qualquer identificação de autoria.

Simultaneamente à produção das obras em metal, a artista propõe *Caminhando* (1963), que resulta da experiência obtida após o corte de uma fita previamente torcida. Com essa proposição, há uma ênfase no “gesto”, no “fazer” e no “acontecimento” como expressão, em oposição à ideia de “obra pronta”. Segundo Lygia Clark, é “no fazer que ele [o artista] caminha com ela [a obra] e depois que ela termina já não lhe serve de nada, a não ser para apontar-lhe novos caminhos.” (MUSEU DE ARTE DE BELO HORIZONTE, 1993, n.p.) Esse posicionamento é repetidamente defendido em uma série de textos autorais registrados no seu diário. No manuscrito “Do ato”, escrito em 1965 e publicado novamente em 1980 pela Fundação Nacional de Artes (FUNARTE), a artista recusa o espaço como representação e a obra como contemplação e defende o “ato como campo de experiência” (GULLAR; PEDROSA; CLARK, 1980. p. 23). Posteriormente em “Nós recusamos” (1966), ela nega, entre outras coisas, “a obra de arte como tal” e procura enfatizar “o ato de realizar a proposição”, além de voltar-se para o precário e rejeitar “toda cristalização estática na duração” (GULLAR; PEDROSA; CLARK, 1980. p. 30).

Esse seria o início de uma “tendência da anti-arte”, em que há uma despreocupação com a durabilidade e privilegia-se a utilização de materiais que sobravam, que eram “resíduos sem importância” (AQUI, Mario Schemberg..., 1971). A proposição abre novos rumos para as criações da artista, de tal forma que ela escreve em 1963: “[N]unca me considerei pintora; fiz esculturas sem a priori pensar nisto e quando começo o *Caminhando* o meu caminho acaba. Na verdade nunca fui pintora; o que mais me interessou” não foi a escultura ou pintura, “mas sim a música e a arquitetura.” (ITAÚ CULTURAL, 2015. p. 88)

A partir de *Caminhando* e particularmente após a segunda metade da década de 1960, diversas proposições são elaboradas, todas feitas a partir de materiais perecíveis (*Diálogo/1966*;

Luvas Sensoriais/1968); várias iniciativas são agrupadas na fase *Nostalgia do corpo*³⁴ (Figura 9). Segundo Rolnik (2015), até o final da vida a artista se ocuparia de mais quatro fases: *A Casa é o Corpo* (1967-69), *O Corpo é a casa* (1969-70), *Corpo Coletivo* ou *Fantasmática do corpo* (1972-75) e *Estruturação do Self* (1976-88)³⁵. Em *A Casa é o corpo*, a artista produz uma instalação de grandes dimensões que deveria ser percorrida pelo visitante em um trajeto de 8 metros de extensão; durante esse percurso o visitante seria estimulado por sensações das fases de penetração, ovulação, germinação e expulsão (ROLNIK, 2015, p. 90). A proposição *Casa é o Corpo* (1968) necessitava da experiência e da manipulação, e por isso exigia a manutenção e a troca constante de diferentes materiais (espuma, colchão, tecido, plástico, lâmpada e alumínio); ela foi apresentada no MAM-RJ em abril de 1968 e em seguida na 34ª Bienal de Veneza (1968).

Figura 9 – *Roupa-corpo-roupa* ou *Eu e o outro* apresentada no MAM-RJ em 1967



Fonte: Arquivo Nacional – Fundo Correio da Manhã. Exposição de escultura de Lúcia Clark, 21 out. 1971. Disponível em: <http://arquivonacional.gov.br>. Acesso em: 16 mar. 2020.

³⁴ A série *Nostalgia do Corpo* reuniu uma ampla variedade de obras, tendo-se iniciado em 1966 e finalizado em 1967: entre elas é possível citar: *Pedra e ar* (1966), *Máscaras sensoriais* (1967), *Roupa-corpo-roupa* (1967), *Respire comigo* (1966), *O eu e o tu* (1967), *Cesariana* (1967), *Máscaras abismo* (1967). Suely Rolnik ainda inclui obras produzidas em 1966: *Livro sensorial*, *Pingue-pongue*, *Diálogo de mãos*, *Desenhe com os dedos*, *Água e conchas* e *Natureza (Estrutura cega)* (ROLNIK, 2015).

³⁵ A *Estruturação do Self*, último projeto iniciado por Lygia Clark, foi, segundo Lula Wanderley, a “sistemática da utilização do objeto relacional na proposta psicoterapêutica.” (WANDERLEY, 1994. p. 22-37)

A breve apresentação de algumas das proposições da segunda metade da década de 1960 expõe um aspecto ainda pouco debatido no estudo da artista: o intenso uso de materiais perecíveis, a reconstrução e recriação das instalações e a ênfase na obra como um momento, uma experiência, impactam no retorno financeiro, e esse aspecto está intimamente relacionado com a fabricação dos *Bichos*. A artista relata em 1968 que as suas viagens ao exterior permitiam a “procura por um mercado de trabalho”, pois “no Brasil ninguém paga. É difícil produzir” (CASA é o Corpo de Lygia Clark..., 1968).

Em 1968, a artista ocupa uma sala especial na 24ª Bienal de Veneza e relata que foi necessário confeccionar 150 novas obras porque as peças exibidas em Londres “não estavam em bom estado” (ITAÚ CULTURAL, 2015. p. 125). Segundo Nelson Aguilar, a artista acaba com a passividade do espectador e com isso põe “em xeque o problema da comercialização de suas obras”: o seu interesse está mais “na divulgação” do que na “venda de seus trabalhos” (AGUILAR, 1994. p. 26). Entretanto, essa nova tomada de posição trouxe distintos impactos a partir da metade da década de 1960. Novamente, no mesmo ano, ela afirma não haver mercado para suas peças no Brasil, sendo, portanto, necessário sair do país por questão de “sobrevivência de expressão” e ir trabalhar na Europa. Ela diz ter “[torrado] tudo o que tinha para transformar nestes objetos sensoriais que são o meu dia-a-dia” (AYALA, 1968, p. 2); anos mais tarde, Jean Boghici afirma que o dinheiro dela era investido nas obras; segundo ele, a artista teria vendido “uns 20 apartamentos pra financiar seu trabalho” (CAMBARÁ, 1988).

É possível que os recursos necessários para dar continuidade às proposições e à permanência de Lygia Clark no exterior (entre os anos de 1968 a 1976 ela viveu em Paris) tenham resultado de contratos com fabricantes internacionais, além da experiência de docência desenvolvida na *École des Beaux-Arts*, na Sorbonne. Em uma exposição provavelmente realizada na *Arnolfini Gallery* (2 a 31 de dezembro de 1970), por exemplo, a artista expõe três múltiplos (Figura 10). Na ocasião da exposição, publica-se um documento no qual a artista explica qual a função desses exemplares: “múltiplo [...] é o oposto de uma escultura [versão] com um número limitado de cópias”, sendo por conseguinte a negação da “ideia aristocrática da originalidade do trabalho do artista”. A possibilidade de elaborar um número ilimitado de múltiplos permitiria que uma versão se tornasse “acessível para o gosto e o bolso do homem na rua”³⁶.

³⁶ UNLIMITED... UNLIMITED – New works by Lygia Clark, Kenneth Martin, Mary Martin, Michel McKinnon. [S.l.]. Não datado. Fôlder. Tradução nossa.

Figura 10 – Documento da exposição *Unlimited*, possivelmente realizada na Arnolfini Gallery

	Animals LC1 LC2 LC3	<p>LC1 is based on the triangular unit and comprises seven pieces, each with a hypotenuse 5½ inches long; LC2 is based on a ten-inch square and is made up of eight pieces; LC3 consists of two ten-inch circles and two ten-inch squares made from sixteen pieces in all <i>Photographs by Dennis Morley</i></p>	Lygia Clark
<p>Unlimited Widcombe Manor Bath England BA2 6AZ Bath 63802</p>	<p>LC1</p>	<p>LC2</p>	
	<p>LC2</p>		
	<p>LC3</p>		
	<p>Exhibitions 1952 Paris-Galerie Institut Endoplastique 1960 Rio de Janeiro-Galerie Bonino 1963 New York-Luis Alexander Gallery Rio Sao Paulo Biennale 1964 Stuttgart-Technische Hochschule 1965 London-Signals Gallery 1966 Brazil-Bahia Biennale 1968 Venice Biennale 1969 Essen-Galerie Thelen</p>	<p>Collections Museum of Modern Art Rio de Janeiro Museum of Modern Art La Paz, Bolivia Museum of Modern Art Sao Paulo Jean Arp Paris Max Bense Germany Niomat Muniz Sodra Brazil Yaacov Agam Paris Collection Friedman Chicago Sergio de Camargo Paris Donald Allan New York</p>	<p>Pallacios Collection Venezuela HRH Prince Philip Duke of Edinburgh Collection Geutzner Switzerland Michel Seuphor Paris Bibliography Signals Gallery Newsletter May 65 Kinetic Art-Guy Brett <i>Studio Vista</i> Robho No 4 Brazil 1968 Studio International February 68</p>

Fonte: Arquivo da ACLC, pasta “V-Documentos”, “material de exposições”.

Esse desejo é reafirmado no diário pessoal da artista; em um registro não datado, ela escreve que seus planos iniciais para os *Bichos* “não incluíam (sic) Museus nem *Marchants* (sic)”, mas a pretensão de “fazer montes deles e por à venda até nas esquinas por camelôs.” Mário Pedrosa dizia que a ideia era um “suicídio”, mas a autora dizia-se “arrepentida” por achar “que era o que devia ter sido feito mesmo.” (ITAÚ CULTURAL, 2015. p. 172) Posteriormente, na década de 1980, a artista seria questionada se o seu trabalho se articulava “com um projeto de participação política”. Nessa ocasião, a artista destaca ser “contra qualquer espécie de radicalidade, tanto de direita quanto de esquerda”. Contudo, ela ressalta a necessidade de fazer com que todas as coisas estejam “ligada[s] a um ato político [e acrescenta] que não deve haver mais diferença entre [a] política em si e a arte do outro lado” (BUARQUE DE HOLLANDA, 1980, p. 157). Nesse sentido, um dos atos políticos propostos pela artista foi a produção dos “Múltiplos”.

Quando eu fiz os *Bichos* em 59, eu me lembro que a primeira atitude politizada que eu tive foi a seguinte: eu sabia que o *Bicho* não deveria ser uma escultura, uma obra de arte para ser colocada daquela forma dentro do mercado ou exposta em museus, galerias... então meu sonho era fazer o que naquela ocasião não se conhecia: seriam os Múltiplos. Reproduzir em quantidade e vender nas esquinas das praças, nas ruas do Rio de Janeiro, camelôs pequenininhos. Então toda criança podia comprar, todo homem do povo podia comprar. Mas foi um projeto evidentemente fora da realidade... Diante disso, como eu tinha que comunicar o trabalho e não podia fazer o que eu chamaria de pequenas peças para serem vendidas por camelôs... os *Bichos* acabaram sendo recuperados, integrados no sistema. Na Itália, em 64, fui a primeira pessoa naquela Bienal que, em vez de escrever na plaqueta "não tocar", "não mexer", escreveu em três línguas diferentes (italiano, francês e inglês): "é favor tocar", "favor participar"... Nesse momento, eu acho que o trabalho chegou a uma fase de socialização (BUARQUE DE HOLLANDA, 1980, p. 154).

A artista teve a oportunidade de, na década de 1980, ver a elevação nos custos para a aquisição de sua obra e a restrição ao acesso e manipulação dos *Bichos*. Segundo ela, “não teve ninguém com dinheiro que acreditou” na possibilidade de fazer exemplares que seriam vendidos “como quem vende um bichinho. Sairia barato e todo mundo poderia possuir um. Hoje é uma obra de arte e está nos museus” (COUTINHO, 1980, p. 9). O crítico Jayme Maurício confirmou a restrição do livre manuseio das peças da artista já no começo da década de 1970. Segundo ele, os *Bichos* deveriam ser itens que, “em série, multiplicados em peças únicas de três ou quatro cópias, ou múltiplos, também estão sendo altamente deglutidos pela sociedade de consumo” (MAURÍCIO, jan. 1972).

Essa valorização da obra da artista não existia, pelo menos até 1963. Em 1959 Lygia Clark afirma que “todo artista é suicida”, porque “ele se joga inteiro, se arrisca a todos os compromissos com a superfície que vai trabalhar”, sem ter “a menor garantia de estar certo naquilo que tenta”. Segundo ela, após a II Bienal de São Paulo (1953), sua pintura se tornou “menos acessível”, isto é, agradava a uma menor quantidade de colecionadores, “um grupo reduzido”, ainda que permitisse “maior satisfação artística” (DANTAS, 1959). Mais de dez anos depois, em 1971, momento em que a artista já contava com um variado número de peças da série dos *Bichos*, um jornalista indagou “como sobreviv[ia] uma artista como a senhora?”. E ela responde: “Eu tenho a sorte de ter uma certa renda por mês e é como eu vivo. Uma vida muito modesta. Porque eu não tenho condições de fazer hoje nada vendável. E não faria, nem para ganhar minha vida.” Ela ainda conclui que aquilo que desenvolvia estava “fora da sociedade de consumo” (A IMPORTÂNCIA de ir além... 1971, p. 10).

No meio artístico cabe ao criador determinar um limite de tiragens, podendo, inclusive, decidir-se por interromper a produção das obras. No caso de Lygia Clark, a artista tinha o direito

de produzir até seis versões de cada obra, ainda que nem todos os exemplares tenham sido efetivamente realizados^{37 38 39}. Ela própria afirma que a variedade de formas e as possibilidades encontradas pelas composições utilizadas nas chapas metálicas não foram completamente esgotadas; havia a preocupação em dar um “salto qualitativo” e não “repetir” soluções encontradas:

Eu nunca fui uma pessoa intelectual, sempre fui uma pessoa muito intuitiva. As minhas brigas com os *bigs* do ambiente eram exatamente porque eu não abria um centímetro do que queria e o Pedrosa costumava brincar comigo dizendo: “Olha, você tem muito talento, mas não tem força de vontade”, porque por ele eu teria feito vinte mil superfícies moduladas, trinta mil bichos, mas não era assim. Eu ia fazendo, mas à medida que ia descobrindo outra coisa, eu dava um salto qualitativo. Muita coisa ficou sem ter sido realizada, porque eu não queria repetir as esculturas. Eu queria fazer aquilo que ia nascendo no momento apropriado, sem abrir mão e sem deixar qualquer pessoa interferir na criação (COCCHIARALLE; GEIGER, 1987, p. 150).

A crítica de arte Vera Pedrosa entrevistou a artista dias antes de sua exposição na 24ª Bienal de Veneza de 1968. Segundo a estudiosa, aquela foi a “primeira vez que a participação brasileira à Bienal coloca tanta ênfase em um só artista”. Após esse evento, estava previsto um encontro de Lygia Clark com Claude Givaudin, que iria “editar” *Livro-Obra, Livro-Sensorial e Óculos*, e fazer “reproduções em tamanho pequeno dos *Bichos*” (PEDROSA, maio 1968, p. 1). Quase um ano depois, Vera Pedrosa comenta sobre a existência de um contrato da artista com fabricantes no exterior e o seu desejo de “multiplicar” obras. Segundo Pedrosa, essa ambição já existia desde 1960, mas, além de não existirem “condições materiais no Brasil”, havia “preconceitos contra a destruição da unicidade da obra de arte”. No exterior, contudo, os direitos de reprodução de alguns *Bichos* foram vendidos para editores em Paris, como Claude Givaudin e “outros dois” editores na Alemanha. A venda dos múltiplos permitiria à artista “garantir o sustento” e dedicar-se à sua pesquisa atual, que naquele momento estava direcionada para as proposições (PEDROSA, fev. 1969).

³⁷ SCOVINO, Felipe. [Carta] 21 mar. 2007, Rio de Janeiro [para] MILLIET, Maria Alice, São Paulo. 1 f. Certificação da obra *Bicho relógio de sol* (1960) pertencente a Fundação Nemirovsky. Arquivo Fundação Nemirovsky.

³⁸ As peças da série dos *Bichos* apresentam dimensões variáveis. Entretanto, é possível encontrar três proporções: obras que ocupam um espaço de no máximo 35cm, um volume cúbico mediano de 50 cm, até paralelepípedos de maiores dimensões como de 90,5 x 60 x 30 cm (BUTLER *et al.*, 2014).

³⁹ “Tem a maquete, que é o projeto, a maquete, que são as peças pequenininhas. Depois tem a primeira versão, segunda versão, tem até seis versões. A sexta é virgem porque ela deixou para a família. Então pode ser feita, além da maquete, pode ser feita mais quatro, cinco versões. Aí depois fecha, acaba e a família tem o direito de fazer uma (sexta) versão dela, da própria família. Foi a herança que a gente recebeu”. Ver Apêndice 3.

Mesmo assim, alguns anos mais tarde, a artista relata, em uma longa entrevista, ter ido à Europa para “arranjar um mercado” para o seu trabalho, sem que a intenção se concretizasse. Ela afirma: “[N]enhuma galeria quiz (sic) apostar em mim, porque minha obra é uma obra concluída. Eu não faço mais objeto para ser vendido” (A IMPORTÂNCIA de ir além... 1971, p. 10). Esse posicionamento, no entanto, não seria mantido, e na década seguinte novos trabalhos seriam produzidos e vendidos.

O crítico Walmir Ayala comenta que a artista afirmou, no final da década de 1960, que “todos os seus trabalhos seriam reproduzidos”. Essa decisão estaria relacionada a um “contrato para a realização de múltiplos” com “Givaudan, em Paris, e com Jeremy Fry, na Inglaterra”. Além desses dois países, também haveria outros profissionais como Karl Ernst Jöllenbeck, na Alemanha, que naquele momento afirmou querer “tirar os múltiplos de todas as obras que os outros dois não tiraram.” Segundo Lygia Clark:

Os múltiplos das máscaras sensoriais, que expus na Bienal de Veneza, já estão sendo vendidos na Alemanha por 50 dólares, o que é um preço altíssimo para múltiplo. É preciso que se diga, a Alemanha é o grande mercado europeu. A França, negativo. A Inglaterra um pouco melhor que a França e a Itália idem. Mas importante mesmo é a Alemanha nesse sentido. [...] Na Bienal de Veneza não vendi trabalho nenhum. [...] Em compensação, expus na Alemanha, na Galeria Thelem, com grande sucesso de venda de bichos e máscaras multiplicadas (AYALA, 1969).

Um dos fabricantes mais citados para a realização de múltiplos foi o *marchand* francês Claude Givaudin, que tinha, segundo a artista, “uma das melhores [galerias] de Paris”. Ele foi responsável por lançar edições dos *Bichos*, de “capacetes”, da “roupa-corpo” e publicar dois “livros” que foram lançados na Bienal de Veneza (AYALA, 1968, p. 2). Nas cartas endereçadas ao pintor e escultor carioca Hélio Oiticica, a artista escreve em setembro de 1968 que “Givaudan (sic) vai começar por fazer múltiplos do Bicho de bolso” (CLARK; OITICICA; FIGUEIREDO, 1996, p. 37).

Além de Claude Givaudin em Paris, a artista também cita a fabricação de múltiplos na Inglaterra. Em novembro e dezembro de 1970 os *Bichos* são exibidos nas exposições “Three Towards Infinite: New Multiple Art” na *Whitechapel Gallery* (Londres/UK) e na já mencionada “Multiples by Unlimited” na *Arnolfini Gallery* (Bristol/UK). Em um catálogo de exibição, possivelmente da exposição na *Arnolfini Gallery*, sem data e organizado pela *London Arts*

Gallery, consta a exibição de “três novos trabalhos” de Lygia Clark identificados como “Animals LC1”, “LC2”, e “LC3” pela “Unlimited”⁴⁰.

A “Unlimited” foi um projeto artístico desenvolvido pelo engenheiro britânico, colecionador de arte, inventor, empreendedor e patrono das artes, Jeremy Fry (1925-2005)⁴¹. O projeto funcionou entre os anos de 1967-1971⁴² e refletia criticamente sobre a exclusividade na venda de objetos de arte e a concepção de edições limitadas⁴³. Em dezembro de 1969, Hélio Oiticica afirma que Fry produziu peças e gostaria de lançar múltiplos dos *Bichos* (CLARK, LYGIA; OITICICA, HÉLIO; FIGUEIREDO, 1996, p. 130). Por fim, em 20 de maio de 1970 a artista comenta que “os múltiplos feitos pelo Jeremy Fry [...] estão se vendendo como pão quente” (CLARK; OITICICA; FIGUEIREDO, 1996, p. 156).

Além da França e da Inglaterra também há evidências de reproduções de múltiplos na Alemanha. Em 8 de agosto de 1970 a artista escreve de Paris para Hélio Oiticica e refere a chance de fechar contratos para a confecção de múltiplos na Galeria Krugier de Genebra. Segundo ela, “Krugier está estudando um contrato com múltiplos meus para me dar uma renda certa por mês. Vendi uma escultura para o Museu de Medellín, Colômbia, por 2 mil dólares, o que vai me permitir viver um pouco menos apertada, pois o dinheiro do meu emprego vai acabar...” (CLARK; OITICICA; FIGUEIREDO, 1996, p. 168) .

Em 1971 a artista retorna provisoriamente ao Brasil para uma cirurgia, após ter iniciado um longo período de residência em Paris (1968-1976). Nesse momento, sua produção estava direcionada para instalações como *Estruturação do Self* (1971). Segundo ela, todo o dinheiro recebido era obtido através da venda ou da “industrialização” de trabalhos antigos, particularmente aqueles da fase dos *Bichos*. Os trabalhos atuais, por sua vez, estavam “fora do consumo”; a artista reforça: “[M]inha obra atual não é mercadoria” (PONTUAL, fev. 1971, p. 7).

Outros convites foram feitos para a produção de exemplares por um “advogado americano” representante de uma galeria em Nova Iorque, dirigida pelo *marchand* Zimmerman, na década de 1970. A artista, porém, não se interessou pela negociação; segundo ela, a proposta do comprador era de “ser dono das [suas] ideias passadas, presentes e futuras. Queria também

⁴⁰ UNLIMITED... UNLIMITED – New works by Lygia Clark, Kenneth Martin, Mary Martin, Michel McKinnon. [S.l.]. Não datado. Fôlder.

⁴¹ Disponível em: <http://www.athena-design.eu/manufacturer/1952-unlimited-widcombe-manor-bath-uk>. Acesso em: 18 nov. 2018.

⁴² UNLIMITED. Robert Whitaker Photography. Disponível em: <https://www.robertwhitakerphotography.com/robert-whitaker-biography/unlimited/>. Acesso em: 18 nov. 2018.

⁴³ JEREMY Fry. **Independent**. 27 jul. 2005. Disponível em: <https://www.independent.co.uk/news/obituaries/jeremy-fry-301837.html>. Acesso em: 18 nov. 2018.

comprar e vender o corpo. Ora, o corpo é invendável” (COUTINHO, 1980, p. 9)⁴⁴. Na Suíça, a Galeria Krugier também esteve interessada em produzir *Bichos* em pequenos formatos à razão de “5 mil cópias para cada modelo” e teria até mesmo levado modelos para a Itália. Contudo, essa iniciativa também não se concretizou. A própria artista disse ao crítico Roberto Pontual que, se o projeto fosse adiante, seria possível prosseguir nas suas experiências “sem maiores preocupações”. Embora essas duas possibilidades não tenham sido efetivadas, uma exposição da artista realizada na *Council Gallery* em 1971 foi realizada com 17 cópias de obras (*Óculos*, *Livros-Sensoriais*, *Respire comigo* e outras “estruturas de elástico”) vendidas por até 150 dólares (PONTUAL, fev. 1971, p. 7). Abaixo apresentamos a relação dos principais colaboradores nacionais e internacionais que atuaram na fabricação das obras em metal da artista.

Quadro 2 – Colaboradores que atuaram na produção de exemplares da artista Lygia Clark.

Colaboradores	País
Jean Boghici (1928-2015)	Romênia /Brasil
Oswaldo de Souza	Brasil
Sidônio	Brasil
Claude Givaudin	França/Paris
Jeremy Fry (1925-2005)	Inglaterra
Karl Ernst Jöllenbeck	Alemanha

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ainda no Brasil, ela realiza em 1971 uma exposição na Galeria Ralph Camargos com obras como as *Superfície moduladas* (1955-59), *Bichos* e manifestações (obras como *Caminhando*, *Nostalgia do corpo*, *Respire comigo* e *Arquitetura Viva*). Ao todo foram 35 peças das séries *Superfície moduladas* e *Bichos* (EM SÃO Paulo novembro chega..., 1971). Nessa oportunidade, ela reconhece que havia vivido na Europa nos últimos quatro anos porque pensava “que tivesse mercado por lá.” Contudo, chegou à “dura conclusão de que não tinha. Quando as galerias viram que o que eu fazia não era mais vendável, perderam o interesse” (MACKSEN, 1971, p. 8). A situação foi objeto de comentário na década de 1980 pelo então Ministro da Cultura e amigo da artista, Celso Furtado, em carta endereçada à historiadora da arte Aracy Amaral. Segundo o economista, a artista lhe contou ter se “negado a autorizar uma certa forma de comercialização de seu bicho [grifo do autor], proposta por marchands

⁴⁴ Essa mesma situação é também descrita em entrevista concedida a Heloísa Buarque de Hollanda e publicada em 1980 no livro “Patrulhas Ideológicas” (BUARQUE DE HOLLANDA, 1980, p. 155). Rubens Gerchman novamente confirma o relato sobre a tentativa americana de multiplicar as peças de Lygia Clark; ele relata que 3 milhões de réplicas foram realizadas em Nova Iorque, porém, no final, a artista não assinou o contrato, pois não havia entendido “a transação dos royalties”. (GULLAR, abr. 1988.)

americanos, e [...] assim perdera a oportunidade de fazer-se conhecida por todas as partes.” Na correspondência, o ministro reforça a necessidade de se valorizar a identidade do artista brasileiro, que muitas vezes fica entre escolher “perder a identidade [...] ou permanecer provinciano”⁴⁵. Lygia Clark retorna ao Brasil em 1977 e continua as experiências desenvolvidas com os *Objetos relacionais*.

A artista teve a oportunidade de analisar a ausência de mercado no Brasil para as obras de sua autoria, em comparação com o impacto alcançado no exterior, onde havia tido mais receptividade. Segundo ela,

Houve uma reação mais positiva no estrangeiro do que no Brasil. Ainda em 64, fui convidada para fazer uma exposição na *Signal*, em Londres, e essa exposição marcou de tal maneira, que muitos jovens ingleses começaram a fazer *Bichos* e na França, nos Salões, nas Bienais e nas Galerias, foi desenvolvida aquela tentativa de estimular a participação do espectador muito baseada na experiência dos *Bichos* (BUARQUE DE HOLLANDA, 1980, p. 154).

Agora, que é estranho que o *Bicho*, tão conhecido lá fora, publicado em todas as revistas que você possa imaginar, ou mesmo a minha fase sensorial não tenham mercado aqui no Brasil é um pouco escandaloso... (BUARQUE DE HOLLANDA, 1980, p. 157).

A considerável variedade de esculturas feitas para diversas exposições e a ausência de identificações de autoria levou a artista a buscar desenvolver um controle sobre obras e colecionadores. No documento, aparentemente inédito, ela escreve para o artista neoconcreto e amigo Willys de Castro (1926-1988) em abril de 1965 e solicita uma resposta com “máxima urgência”. O motivo é a descoberta, através de relatos de colegas e colecionadores, de um *Bicho* exposto em uma galeria de São Paulo que não consta no seu registro pessoal. Até aquele momento, segundo ela, “não existe nenhum trabalho meu que não esteja catalogado no meu fichário e os poucos exemplares que já vendi continuam em poder dos seus donos.” Por fim, ela levanta duas hipóteses para a possibilidade do aparecimento da obra em São Paulo: a peça foi trazida pelo próprio Willys para alguma exposição da Galeria Novas Tendências (GNT) ou é uma “cópia” da original⁴⁶. Não foi possível localizar a resposta dada por Willys, porém esse documento revela a preocupação da artista em evitar o descontrole na origem da compra e no destino das obras. A seguir, apresentaremos alguns aspectos iniciais sobre a fabricação das obras produzidas na série dos *Bichos*.

⁴⁵ FURTADO, Celso. [Carta]. Destinatário: Aracy Amaral. São Paulo, 28 jan. 1988. Arquivo IEB-USP. Documento AAA-C-CF-001.

⁴⁶ CLARK, Lygia. [Carta]. Destinatário: Willys de Castro. Rio de Janeiro, 8 abr. 1965. 1 f. Arquivo do Instituto de Arte Contemporânea, São Paulo.

1.4 Produção dos Múltiplos

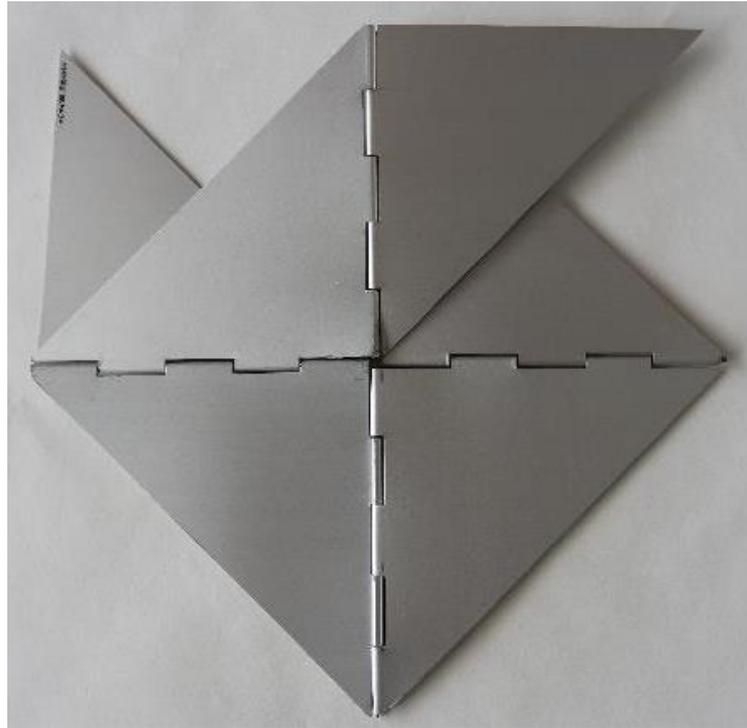
A única produção de múltiplos da série dos *Bichos* realizada no Brasil ocorreu no começo da década de 1980 com a distribuição em larga escala de 1000 exemplares pela Bolsa de Valores do Rio de Janeiro (BVRJ). Em 1984, a instituição, que comemorava 140 anos de atividade, escolheu dar de brinde para seus clientes e associados um exemplar da escultura *Caranguejo*, criada por Lygia Clark na década de 1960. Os exemplares eram acompanhados de um folheto e de um certificado de autenticação (BRINDES Culturais..., 1984) (Figura 11). De acordo com o presidente da ACLC, Álvaro Clark, a BVRJ comprou a peça *Caranguejo*, original da artista, e pagou para realizar a tiragem dos múltiplos^{47 48}. No folheto que acompanha os múltiplos a própria artista afirma que “não produz mais objetos”⁴⁹; tendo em vista a numerosa tiragem realizada pela BVRJ, acredita-se que foram utilizadas máquinas de corte e dobra para a fabricação das obras.

⁴⁷ “Múltiplos são as peças da bolsa de valores (antiga Bolsa de Valores do Rio de Janeiro – BVRJ). Que comprou uma peça original de mamãe, que é o *Caranguejo*, e, foram mil peças, e pagou para poder fazer mil múltiplos e, mesma coisa, tem um certificado para cada múltiplo dizendo que é um múltiplo da obra da bolsa de valores etc. Eles botaram em uma caixa e distribuíram para os grandes clientes da bolsa de valores.” Entrevista realizada por João Henrique Ribeiro Barbosa com Álvaro Edwards Clark, presidente da Associação Cultural Lygia Clark (ACLC) na sua residência nos dias 26 e 29 de novembro de 2018. Não publicada.

⁴⁸ Segundo a artista brasileira Glória Corbetta, o termo “múltiplo” é sinônimo de “obra serial”; tais exemplares devem ser numerados, assinados e datados e embora a tiragem não apresente um número máximo, um limite deve ser definido pelo artista, que, se possível, deve acompanhar o processo. A palavra se distingue de outras como “prova do artista” (PA), “versão”, “original” ou “peça única”. Para Corbetta, o termo “cópia” se refere a uma peça produzida em larga escala, sem numeração, assinada pelo autor e com a preocupação de reproduzir a proporção exata do original, ainda que os materiais empregados possam ser de qualidade inferior. A “reprodução” ou “réplica” identifica uma imitação comercial feita por uma instituição autorizada quando o artista tiver falecido e que deverá conter informações como a data de fabricação. Na escultura artística, uma peça original pode conter até 12 exemplares, sendo 8 versões e 4 provas de artista; todos esses itens devem ser assinados, datados e numerados (CORBETTA, 2003, p. 94; POEPCKE *et al.*, 2012, p. 16).

⁴⁹ BOLSA de valores do Rio de Janeiro: Lygia Clark – Caranguejo. Rio de Janeiro, 1985. Fôlder.

Figura 11 – *Bicho caranguejo*, de Lygia Clark, tiragem 382/1000 (1984); 28 x 15 cm, MAM-RJ



Crédito: Fotografia do autor.

Em outra ocasião, ainda em 1984, parte da produção de Lygia Clark foi novamente reproduzida e exposta na Galeria Paulo Klabin. Nesse momento, não são feitos múltiplos, mas versões; são lançados dois livros, o *Livro Obra* (23 exemplares numerados) e *Doce Rio*, evento acompanhado da exibição do filme de Mário Carneiro, *Memórias do Corpo*. Também foram expostos outros 15 trabalhos em madeira, sendo quatro relevos pintados em branco e preto com tinta de automóvel e os restantes anteriores aos anos 1960. As peças em madeira produzidas naquele período parecem resultar de “moldes de 1948” (SCHILD, 1984).

Em entrevista realizada em dezembro de 1984 no Rio de Janeiro, o colecionador Paulo Klabin argumenta que a intenção de Clark com o alumínio foi proporcionar leveza e efeito visual expressivo, mas que o material também foi elegido por ser acessível (custo baixo). “Lygia queria que seu trabalho fosse reproduzido em série, fosse barato. Cada protótipo seu pode ser reproduzido até seis vezes. Escolheu o alumínio [...] [mas] também o alumínio anodizado em dourado e o latão.” (MILLIET, 1992, p. 193) A partir desse momento, retoma-se a questão da reprodução de versões interrompidas e da realização de cópias não autorizadas.

Situação semelhante também acontece com as exposições “Lygia Clark” (1982) (Figura 12) e “Imaginar o Presente” (1983), ambas no Gabinete de Arte Raquel Babenco, atualmente Gabinete Raquel Arnaud (SP). Na ocasião, a colecionadora Raquel Arnaud realiza reedições das esculturas em metal produzidas na década de 1960. A própria colecionadora reconhece a

complexidade de fabricar novas obras com materiais atuais; porém sustenta que, à época, a artista ainda vivia e concordava com o procedimento. Na exposição realizada em 1982, os *Casulos* foram refeitos em tiragens de cinco exemplares (MORAIS, 1982). Em outra fonte jornalística informa-se a reedição de obras como *Superfícies moduladas* (cinco peças), *Casulos* (quatro), *Bichos* (quatro) e *Trepantes* (quatro exemplares, sendo um de borracha) (FOLHA da Tarde, 1982).

Figura 12 – Exposição de Lygia Clark realizada no Gabinete de Arte Raquel Arnaud (SP) em 1982



Fonte: Módulo Brasil Arquitetura, 1982, p. 11. Disponível em: <<http://memoria.bn.br>>. Acesso em: 01 out. 2019.

Em entrevista cedida a Maria Alice Milliet em dezembro de 1984, Raquel Arnaud afirma:

Tenho direito de reproduzir a partir de um original ou protótipo algumas obras mas vou fazendo pouco a pouco porque é muito caro. Em São Paulo utilizei um artesão cujo trabalho encantou a Lygia e no Rio ela tem o Sidônio que trabalha para ela há anos. Temos dificuldade de encontrar os mesmos materiais utilizados nas primeiras edições ou porque eram importados ou porque saíram de produção como certo tipo de alumínio usado na construção de aviões. O objeto editado na década de 60 ou 80 deve ter o mesmo valor porque é a mesma obra (MILLIET, 1992, p. 193).

O colecionador Jean Boghici analisa desfavoravelmente a reprodução das obras da artista na década de 1980, bem como a utilização dos materiais e técnicas pela artista⁵⁰. Ele

⁵⁰ “[...] aparecem aqui muitos falsos dela. Por quê? Porque a superfície do Eucatex, a *Superfície Modulada* em si, ela comprava compensado muito fino, de 2 mm, desses que os garotos fazem de avião aeromodelo, cortava, colava e deixava a distanciazinha para formar a linha orgânica. Depois de colado, ela botava uma madeira, uma moldura por detrás, para não vergar, aí dava um surface jato, ela aprendeu muito bem a trabalhar com pistola. Quando a conheci, ela era mestre em pistola, porque aprendeu isso para fazer, quando abandonou o pincel e tinta, trabalhou

afirma que Lygia Clark havia mandado “fazer réplicas de quadros”, como da obra “Ovo”, que antes era exclusiva da coleção de Adolpho Leirner, mas que foi reproduzida com a sua autorização (exposição de Raquel Arnaud em 1984). A mostra com os *Bichos*, iniciativa de Paulo Klabin, por sua vez, permitiu, segundo Boghici, a realização de peças pequenas e “muito pesadas”; em lugar do alumínio foram utilizadas “placas de cobre niquelado, cromado” (BOGHICI, 1993, p. 25). Uma obra que exemplifica a situação descrita por Boghici é *Pancubismo, Versão 01* (1961-1983), naquele momento pertencente à Coleção Eduardo Duvivier Neto e exposta na 10ª Bienal do Mercosul (2015) como uma peça em alumínio, mas feita em 1983 e com detalhes que sugerem o uso de latão com revestimento ou um liga metálica com banho de níquel. Outra obra que também foi reeditada em 1984 com material distinto do utilizado pela artista foi *Bicho* (1960), em aço inoxidável, atualmente em uma coleção privada (Figura 13). O número total de obras em metal produzidas nas décadas de 1960, 1970 ou 1980 permanece indefinido^{51 52 53}. Apresentamos a seguir um quadro resumo com os termos principais que definem as versões, os múltiplos e as réplicas.

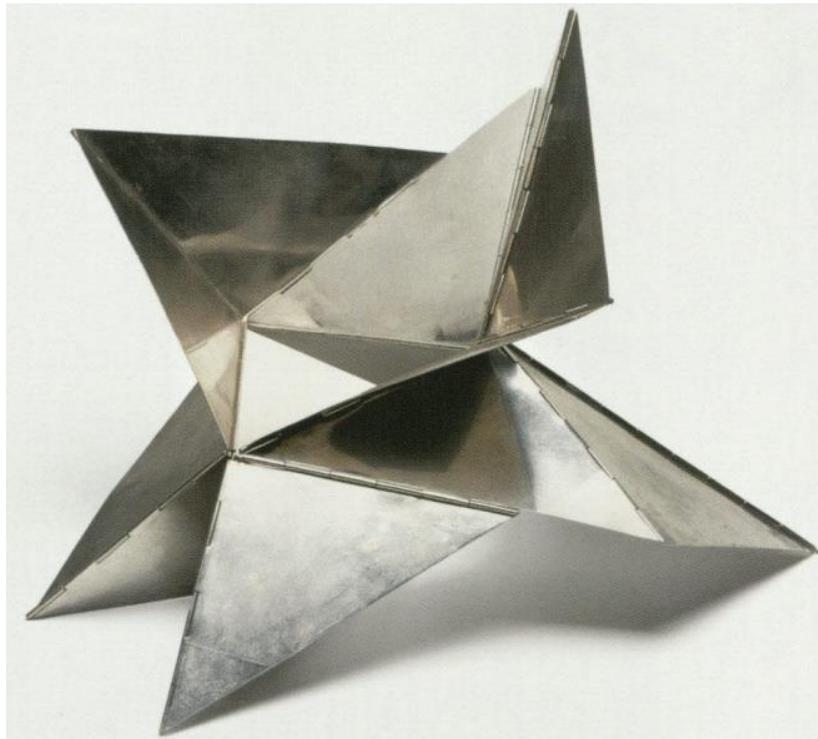
com *Duco*. Ela dava um jato branco, dava uma lixada, aí pegava fita crepe, como todo pintor de geladeira faz, e isolava placa por placa. Então o que era preto, shhh, pistolava com preto. O que era branco pistolava com branco. Ela usava as tintas industriais da época, dos automóveis, Duco. [...] E o preto dela era um preto aveludado, porque ela pegava a pistola e dava um tremor, feito um violonista que dá aquele som. Então, aquilo ficava tudo granuloso. [...] aparecem falsos onde em lugar daquele compensado ultra fino, colam *Eucatex* grosso, às vezes mal, uns juntos, outros separados, e tudo pintado preto, branco, a mesma coisa. Eu vejo na hora: Falso.” (BOGHICI, 1993, p. 8)

⁵¹ De acordo com uma descrição jornalística feita em 1982, foram feitas reedições das *Superfícies moduladas* (cinco peças), dos *Casulos* (quatro), dos *Bichos* (quatro) e dos *Trepantes* (quatro exemplares sendo um de borracha). Cf. A VANGUARDA de Lygia Clark, reeditada, 1982.

⁵² Cita que cinco pequenos *Bichos*, feitos em 1960, foram reeditados em alumínio e em chapas articuladas por dobradiças. (QUATRO escultores..., 1980.)

⁵³ Em breve notícia publicada nos anos 2000, afirmou-se que “ninguém sabe ao certo quantos [*Bichos*] ela [Lygia Clark] produziu – calcula-se que sejam 40 tipos, em três tamanhos, cada um com seis versões, isto sem contar os múltiplos.” Até aquele momento, 30 peças já haviam sido certificadas. (OS BICHOS estão presos, 2007.)

Figura 13 – *Bicho* (1960/1984), dimensões variáveis, em coleção privada



Fonte: BUTLER; PERÉZ-ORAMAS, 2014, p. 166.

Quadro 3 – Os conceitos de versão, múltiplo e réplica na obra de Lygia Clark

Conceito	Definição
Versão ou original	Apresenta tiragens limitadas (para Lygia Clark, 6 versões ou obras); tem valor comercial.
Múltiplo	É o oposto da versão na medida em que apresenta número amplo de tiragens. Exemplares são produzidos de acordo com as características de uma versão original previamente adquirida; tem valor comercial.
Réplica	Cópia produzida com base em uma obra original; apresenta finalidade específica (educacional/expositiva/comercial) e pode ter uso temporário ou definitivo. As réplicas produzidas para exposições não apresentam valor comercial, porém há réplicas com valor comercial disponíveis para o público.
Maquete	Obra de pequenas dimensões, produzida pela artista e que seria utilizada como referência para produção das versões; tem valor comercial.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A discussão proposta neste capítulo resultou em diversas considerações teóricas pertinentes para a compreensão dos materiais e das técnicas possivelmente empregadas na série dos *Bichos* e *Trepantes*. Segundo o levantamento apresentado, as obras em metal foram inicialmente concebidas e fabricadas pela artista Lygia Clark, a partir de equipamentos manuais, como a serra de mão para o corte, e o martelo e o torno para a dobra. Posteriormente, ela recebeu o auxílio de fabricantes nacionais e internacionais; os primeiros foram importantes inclusive na criação de máquinas para a mecanização do corte e da dobra, que, por sua vez, permitiram a

construção de um maior número de obras e em diferentes proporções; o quadro abaixo resume algumas das citações mais importantes desse capítulo (Quadro 4).

A seguir, os aspectos teóricos apresentados neste capítulo para as obras da série *Bicho* e *Trepante* serão identificados nas obras selecionadas para a pesquisa.

Quadro 4 – Citações relevantes para o estudo dos materiais e técnicas na obra da artista

CITAÇÃO	REFERENCIA
<p>Já não pinta a tela, mas pistola a madeira. As pinturas resultam de uma “grande intimidade” com o material por meio de um “métier de operário”.</p>	<p>Lygia Clark Prêmio Diário de Notícias na IV Bienal. Diário de Notícias, Rio de Janeiro, 13 out. 1957. Revista Feminina, p. 8–9. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 03 de set. 2019.</p>
<p>“[Lygia Clark] não sossegou enquanto não aprendeu ela mesma a construir maquetes” para mostrar a sua “linha orgânica” e a “integração das artes”.</p>	<p>PEDROSA, Mário. Lygia Clark, ou o fascínio do espaço. Jornal do Brasil, Rio de Janeiro, 1º Caderno, Edição 00274 (1), 26 nov. 1957. p. 6. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 29 de ago. 2019.</p>
<p>“Meu modo de trabalhar foi consequência de uma necessidade íntima em relação ao desenvolvimento do próprio trabalho. Já não pinto telas, pistolo superfícies moduladas, usando para isso a madeira, o celotex e a tinta industrial. Não deixa de ser um ‘metier’ de operário, serro, lixo e plaino a superfície. Como vê, não é um trabalho fácil.”</p>	<p>Lygia Clark (pintora concretista): A arte me disciplina e me educa. Jornal do Brasil, Segundo Caderno, Rio de Janeiro, 8 ago. 1957, p. 17. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 03 de set. 2019.</p>
<p>Mas ela [Lygia Clark] começou a alvejar seus quadros com essas pistola que se usam para pintar automóveis. Seu atelier, [...], passou a ser um lugar que eu gostava de ir porque um perfume que me agrada é o de tinta de automóvel. [...] Houve, no entanto, uma tarde em que ela conquistou o direito à admiração que reservo às pessoas especiais. Apareci no atelier, encontrando-a em pleno trabalho [...]. Sobre uma grande mesa havia placas triangulares de madeira. Sobre um tamborete um quadro dessa madeira fina cujo nome esqueci [provavelmente Eucatex] e um serrote pousado sobre o quadro. [...] a artista retomou seu trabalho. Em primeiro lugar, empunhar o serrote. Firmou então um joelho numa ponta do quadro, a mão esquerda na outra ponta, e começou a serrar uma nova placa triangular. [...] ela se entregava a uma tarefa teoricamente própria de homens [...]. Sua blusa branca não tinha mangas; e seu short preto, recordando a palheta sem a qual os ingênuos não podem visualizar um pintor, ostentava manchas de tinta amarela, azul e vermelha. [...] Então ela se entrega fervorosamente ao seu trabalho! Passei por conseguinte, a respeitá-la como algo mais do que uma jovem artista de talento.</p>	<p>OLIVEIRA, José Carlos. O homem e a fábula – Croquis. Jornal do Brasil. Suplemento Dominical – Jornal do Brasil, 02 abr. 1960, p. 8.</p>
<p>Quando soltou os elementos mudou da madeira para o metal. Foi a fase em que criou os atuais Bichos, compostos de placas conjugadas a que se podem dar diversas organizações, por meio de um sistema de dobradiças: com isso o espectador participa diretamente e fisicamente da criação do objeto de arte. é a própria Lygia quem realiza essas peças, com dobradiça e tudo.</p>	<p>MARTINS, Vera. Lygia Clark: depois de dez anos de trabalho o prêmio da Bienal. Jornal do Brasil. Caderno B, Jornal do Brasil, 14 set. 1961, p. 4.</p>
<p>O “primeiro bichinho” nasceu “sem querer”, com materiais que sobravam em casa, com a dobra de uma lâmina de alumínio, que posteriormente foi pregada com “fita tape”.</p>	<p>MACKSEN, Luiz. Ligia Clark: a sensível manifestação. Jornal do Brasil, Rio de Janeiro, 10 nov. 1971. Caderno B, p. 8. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 21 de set. 2019.</p>

Materiais		
Liga de alumínio série 1xxx	Artista afirma ter achado “o alumínio mais fabuloso possível! 99,99 de pureza! Você vai ver.”	CLARK; OITICICA; FIGUEIREDO, 1996, p. 35.
Liga de alumínio série 2xxx	A artista realiza experiências com as finas placas de alumínio utilizadas em avião.	COCCHIARALLE, FERNANDO; GEIGER, 1987, p. 149.
Liga de alumínio série 2xxx	“Compramos o alumínio G3, [...] que se fazia aviões [...]. E aí anodizava muito bem. A maioria dos Bichos são feitos assim.”	BOGHICI, 1993, p. 9.
Fabricação		
Lygia Clark relata a Franz Weissmann a sua exaustão ao fazer <i>Bichos</i> por “três meses seguidos”.		WEISSMANN, 2005, p. 100.
Começa “a fazer alguns [<i>Bichos</i>] em casa” pois já havia adquirido maior “noção da técnica de execução” e estava se “tornando mais exigente”. Tem dificuldades na elaboração das articulações e procura profissionais especializados em “dobradiças”.		WEISSMANN, 2005, p. 120.
Jean Boghici teria “ajudado a criar a dobradiça, que era muito difícil”.		COCCHIARALLE; GEIGER, 1987, p. 149.
Conformação manual, uso de serra tico-tico, montagem e anodização. Articulação era toda feita “no braço com o martelo”.		COCCHIARALLE; GEIGER, 1987, p. 149; BOGHICI, 1993, p. 9.
Máquinas: feita por Oswaldo de Souza para “dar dobra no alumínio” e outra feita por funileiros para “se fazer esse zig-zag [corte]”.		COCCHIARALLE; GEIGER, 1987, p. 149.
Auxiliares: Oswaldo de Souza (BR) e Sidônio (BR). Fabricantes: Claude Givaudin (FR), Jeremy Fry (EN), Karl Ernst Jöllenbeck (GE)		
- Além do “Labirinto” [Casa é o Corpo], das Máscaras, das Roupas-corpo-roupa o que mais apresentará você aos alemães? – Os Bichos [...] e os “Múltiplos”, esculturas de bolso em seis modelos diversos. Espécies de bichinhos que ao serem manejados tomam as formas mais complexas voltando sempre à forma do quadrado. Tenho, aliás, encomenda da Galerie Claude Givaudan [sic], em Paris, para realizar uma série de “Múltiplos”, acessíveis a todos. É por sinal, um bonito e interessante presente.		Conversa de Lygia Clark com Gilberto Cavalcanti – Máscaras sensoriais e outras modalidades da arte audaciosa. O Jornal , Segundo Caderno, 25 de jan. 1969, p. 6.
[-Lygia Clark:] Todo o dinheiro que ganho hoje é com a venda dos meus antigos trabalhos, os “bichos”, lembra? O que faço atualmente está fora do consumo, e eu quero que seja assim. Minha obra atual não é mercadoria. A Galeria Krugger de Genebra, uma das mais importantes da Suíça, está interessada em industrializar os “bichos” de Lygia Clark. Pretende produzi-los em pequenos formatos, à razão de 5 mil cópias para cada modelo. A galeria enviou alguns modelos para a Itália para ver as possibilidades de produzi-los industrialmente.		PONTUAL, Roberto. Lygia Clark, uma arte sem consumo. O Estado de São Paulo , São Paulo, 6 fev. 1971. p. 7. Disponível em: < https://acervo.estadao.com.br >. Acesso em: 15 de out. 2019.

CAPÍTULO 2 – ENTRE *TREPANTE* E *BICHOS*: UMA APROXIMAÇÃO PRÁTICA

Em função do gesto do observador, as formações plásticas e escultóricas as mais variáveis e surpreendentes aparecem, e acabam exaurindo a curiosidade do espectador antes mesmo de se esgotarem as virtualidades das estruturas básicas, fundadas, todas elas, sobre o princípio da simetria. Essas estruturas são como uma árvore mágica, que dá esculturas como um pé de jaqueira, dá jacas, um cajueiro, caju. (PEDROSA, 1963, p. 121)

Este capítulo apresenta as sete obras escolhidas e seus possíveis métodos construção, explicitando as particularidades de cada uma. Embora as técnicas e os materiais sejam assuntos intimamente relacionados, optou-se por discuti-los com maior profundidade no próximo capítulo, que aborda detalhes relativos às técnicas de fabricação disponíveis na metalurgia. Além disso, nele apresentam-se os resultados obtidos por análise elementar por Espectroscopia de Fluorescência de Raios X por Dispersão de Energia (EDXRF), os elementos identificados e as ligas provavelmente utilizadas.

Este capítulo foi organizado de modo que todas as obras selecionadas foram primeiramente identificadas e descritas conforme o seu contexto histórico. Posteriormente, descrevemos os seus aspectos contrutivos e materiais. A ordem proposta avança daquelas com o menor número de folhas para aquelas com maior número de peças. Sendo assim, o primeiro conjunto é composto por: *Bicho relógio de sol* do Museu de Arte Moderna do Rio de Janeiro (MAM-RJ) e *Bicho relógio de sol* (1960) da Fundação José e Paulina Nemirovsky (Fundação Nemirovsky); dois *Bichos* da Coleção Rose e Alfredo Setúbal; e *Bicho máquina* (1963) do *Museum of Fine Arts – Houston* (MFAH). Por fim, o segundo grupo, em aço inoxidável, contém duas obras: *O Antes é o Depois* (1963) da Coleção Rose e Alfredo Setúbal (SP) e *Trepante* (1965) do MFAH. Os principais aspectos do exame visual (Quadro 5) e das obras (Quadro 6) estão resumidos nos quadros abaixo.

Quadro 5 – Procedimentos utilizados para exame visual das obras⁵⁴

Técnica	Informações gerais	Ensaio
Exame visual	<p>Objetivo: descrever as obras e indicar aspectos mais relevantes relativos aos materiais utilizados, técnicas construtivas, deteriorações e suas causas.</p> <p>Princípio: estar atento para marcas ou características que evidenciem aspectos relativos aos materiais, às técnicas construtivas e ao estado de conservação. Procurar distinguir padrões de repetição em uma mesma obra e, quando possível, em diferentes obras para distinguir aspectos relevantes ou não para o estudo de cada obra. Nos aspectos materiais e técnicos, organizar as observações segundo a ordem das técnicas de fabricação empregadas na engenharia metalúrgica: laminação, corte/recorte, dobra/enrolamento, revestimento e montagem.</p> <p>Instrumentos: câmera fotográfica, prancheta, lápis, lanterna e lupas de cabeça.</p> <p>Procedimento: dividir o exame visual em duas etapas distintas: uma focada nos aspectos materiais e técnicos e outra na conservação.</p> <p>Na descrição e registro de aspectos relativos a conservação, em caso de dano, descrever se este é pontual ou geral, qual a sua extensão e localização e se a peça está em contato com outras. Quando possível, descrever ambiente de guarda ou exposição e se houve intervenção de restauro na obra.</p>	Não destrutivo

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 6 – Lista de obras selecionadas e examinadas durante a pesquisa

Nº.	Obra/ ano	Dimensões	Colecionador
1	<i>Bicho relógio de sol</i>	25 x 50ø cm	Fundação José e Paulina Nemirovsky (Fundação Nemirovsky)
2	<i>Bicho relógio de sol</i>	12 x 23,5ø cm	Museu de Arte Moderna – Rio de Janeiro (MAM-RJ)
3	<i>Bicho</i>	28 x 30 x 20 cm	Coleção Alfredo e Rose Setúbal (Coleção Setúbal)
4	<i>Bicho</i>	30 x 20 x 10 cm	Coleção Alfredo e Rose Setúbal (Coleção Setúbal)
5	<i>Bicho máquina</i>	90 x 60 cm	Museum of Fine Arts – Houston (MFAH)
6	<i>O Antes é o Depois</i>	60 x 70 cm	Coleção Alfredo e Rose Setúbal (Coleção Setúbal)
7	<i>Trepante</i>	38 x 49 x 38 cm	Museum of Fine Arts – Houston (MFAH)

Fonte: Elaborado pelo autor.

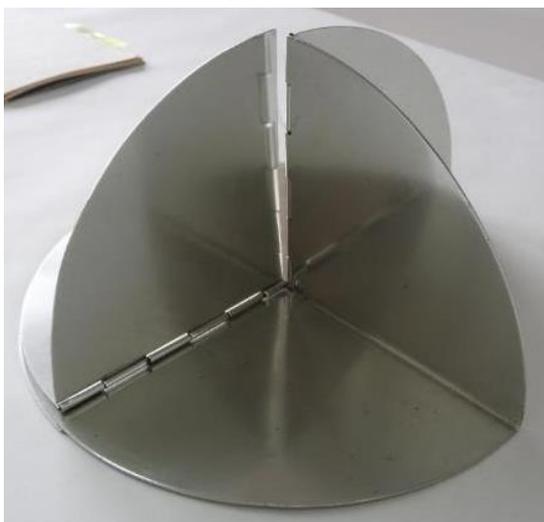
2.1 Histórico e identificações iniciais

Bicho relógio de sol faz parte da coleção permanente do Museu de Arte Moderna do Rio de Janeiro (MAM-RJ) e, segundo a ficha catalográfica do museu, foi produzida entre os

⁵⁴ Outros métodos analíticos indicados para ligas metálicas podem informar os elementos presentes ou a composição da liga, a composição dos produtos de corrosão, aspectos relativos a metalurgia e fabricação, revestimentos superficiais, entre outros aspectos. Para se aprofundar em outras técnicas e exames ver: WHAN, 1998, p. 14; COSTA, 2019; SELWYN, 2004.

anos de 1960 a 1963 e mede 12 x 23,5ø cm e (Figura 14). Em 1989, a Sul América Companhia de Seguros S.A. doou a obra para o MAM-RJ e esta foi certificada recentemente pela Associação Cultural Lygia Clark (ACLC), conforme notícia publicada pelo jornal *O Globo* (RJ)⁵⁵.

Figura 14 – *Bicho relógio de sol* (1960-63), MAM-RJ



Crédito: Foto do autor.

A série *Bicho relógio de sol* apresenta pelo menos três versões, todas produzidas em 1960: uma delas, atualmente no *The Museum of Modern Art – New York* (MOMA-NY), foi um presente da colecionadora Patricia Phelps de Cisneros, em honra de Rafael Romero (BUTLER; PERÉZ-ORAMAS, 2014, p. 321); outra em posse da Fundação José e Paulina Nemirovsky (Fundação Nemirovsky); e uma terceira, atualmente no MAM-RJ. Essa série (*Bicho relógio de sol*) foi exposta no MAM-RJ em 1963, porém não se sabe exatamente qual foi a versão (DIÁRIO de Notícias, 1963). Na Bienal, o *Bicho relógio de sol* é descrito como uma abordagem sobre as formas circulares: “um eixo central, e um plano circular, que gira em torno do eixo vertical. Essa obra tem a dignidade mística de um relógio de sol, marcador do tempo” (PEDROSA, 1963, p. 120).

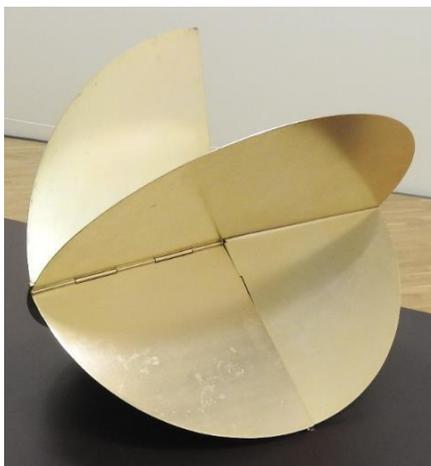
O *Bicho Relógio do sol* (1960) que integra a Fundação Nemirovsky está em comodato com a Pinacoteca do Estado de São Paulo (Pinacoteca-SP) desde 2004 (Figura 15). A obra estava em exibição na exposição “Arte no Brasil: Uma história na Pinacoteca de São Paulo” (finalizada em agosto de 2020), juntamente com outras obras da Pinacoteca-SP e também da

⁵⁵ Cf. a notícia “MAM desiste de vender 'Bicho' de Lygia Clark”. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/cultura/artes-visuais/mam-desiste-de-vender-bicho-de-lygia-clark-22597779>>. Acesso em: 11 maio 2020.

Coleção Roger Wright⁵⁶. De acordo com certificado da ACLC, o *Bicho Relógio do sol* (1960) da Fundação Nemirovsky corresponde à quinta versão da série⁵⁷. A peça participou da exposição “Lygia Clark: Superfícies moduladas/Bichos/Manifestações” (1971), organizada pelo colecionador Ralph Camargo, e foi adquirida por ele, naquele mesmo ano, da própria artista Lygia Clark. Ainda no ano de 1971, a peça foi vendida para José Nemirovsky. No recibo fornecido pela Galeria Ralph Camargo e anexado no parecer técnico da Fundação Nemirovsky, no entanto, a obra consta como a primeira versão de seis exemplares⁵⁸, sendo um deles parte da coleção do MOMA-NY.

A coloração branco cinza ou prateado e a ausência de magnetismo foram observadas nas obras *Bicho* (1960) e *Bicho* (1963) da Coleção Setúbal e no *Bicho relógio de sol* (1960-63) que pertence ao MAM-RJ. Na versão de *Bicho relógio de sol* da Fundação Nemirovsky e no *Bicho máquina* do MFAH, nota-se a presença de uma coloração amarela (GILLIES, 2009; BUTLER; PERÉZ-ORAMAS, 2014, p. 322)⁵⁹ e a ausência de magnetismo. Em todas essas obras verifica-se a presença de hastes metálicas no interior das dobradiças; para cada exemplar, registraram-se diâmetros distintos para a haste metálica. Esse material apresenta função estrutural, tem coloração cinza-escuro e apresenta atração magnética quando em contato com ímã.

Figura 15 – *Bicho Relógio do sol* (1960), Fundação Nemirovsky



Crédito: Foto do autor.

⁵⁶ Coleção Roger Wright. Disponível em: <http://pinacoteca.org.br/programacao/arte-no-brasil-uma-historia-na-pinacoteca-de-sao-paulo-vanguarda-brasileira-dos-anos-1960-colecao-roger-wright/>. Acesso em: 06 nov. 2019.

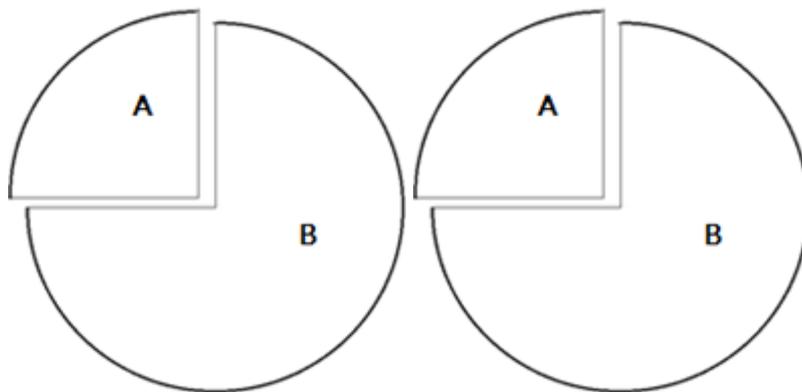
⁵⁷ ASSOCIAÇÃO CULTURAL “O MUNDO DE LYGIA CLARK”. Certificado de Autenticidade de Obra da Artista Lygia Clark/Nº000594 – Bicho – Relógio do sol. Rio de Janeiro, 7 jan. 2010. Certificado.

⁵⁸ FUNDAÇÃO José e Paulina Nemirovsky. **Parecer técnico**. São Paulo, 2 dez. 1971.

⁵⁹ ASSOCIAÇÃO CULTURAL “O MUNDO DE LYGIA CLARK”. Certificado de Autenticidade de Obra da Artista Lygia Clark/Nº000594 – Bicho – Relógio do sol. Rio de Janeiro, 7 jan. 2010. Certificado.

Os exemplares do MAM-RJ e da Fundação Nemirovsky apresentam dois pares de peças: um maior e outro menor (total de quatro peças) (Figura 16). As peças menores correspondem a um setor circular de 90° ou um quadrante. As peças maiores equivalem a um setor circular de 270° , isto é, à área correspondente a metade mais um quadrante do círculo, sendo essa última parte dobrada⁶⁰. Nas duas obras, observa-se que as quatro folhas estão organizadas de modo que o par menor está preso ao par maior em um dos lados, enquanto o par maior está preso a duas peças, uma menor e a outra maior. Com isso, quando a obra é disposta de modo que toda a circunferência toca no plano de uma mesa, pelo menos dois movimentos são possíveis: o da peça menor que pode ser deslocada de modo a tocar e cobrir totalmente um quadrante da peça maior à qual está conectada; e o das peças maiores, que giram em um movimento circular, paralelo ao plano da mesa e em torno do centro da circunferência (Figura 17).

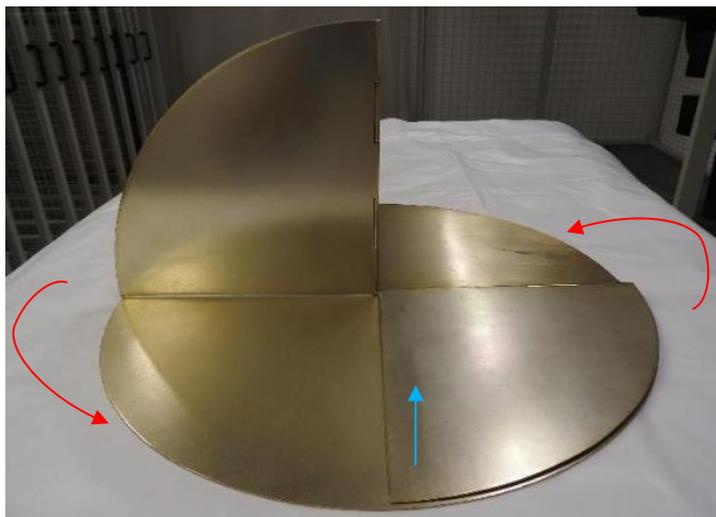
Figura 16 – Modelo para *Bicho Relógio do sol* (1960); destaque para peças menores (A) e maiores (B)



Fonte: Desenho elaborado pelo autor.

Figura 17 – *Bicho Relógio do sol* (1960) da Fundação Nemirovsky com movimento feito por peça maior (seta vermelha) e menor (seta azul)

⁶⁰ Na geometria, a definição de circunferência equivale ao contorno (linha curva) que limita o círculo, e o arco é uma parte da circunferência que está delimitada por dois pontos situados nela. Finalmente, o “setor circular” equivale a uma região do círculo delimitada por dois de seus raios e um arco.



Crédito: Foto do autor.

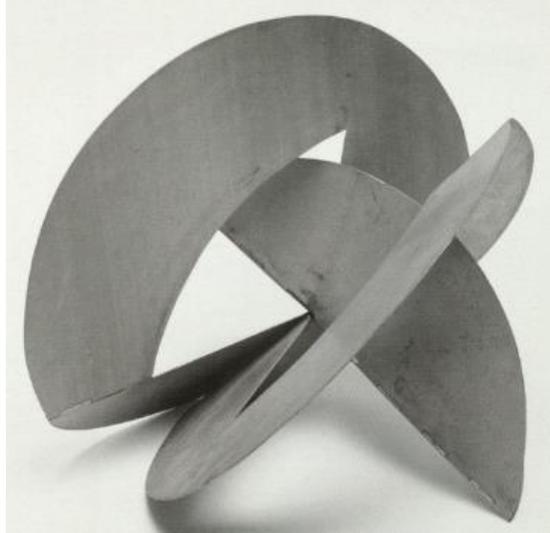
O *Bicho Relógio do sol* do MAM-RJ apresenta folhas com seções de um círculo de aproximadamente 23,2 cm de diâmetro. A obra *Bicho Relógio do sol* da Fundação Nemirovsky é feita com folhas com aproximadamente o dobro das medidas da do MAM-RJ: 50 cm de diâmetro⁶¹. Nas duas obras as peças são todas articuladas, mas o conjunto não pode ser totalmente planificado: o par das peças maiores apresenta uma seção dobrada. Em nenhuma delas localizaram-se inscrições ou gravações nas peças.

A obra *Bicho* (1963) pertence atualmente à Coleção Rose e Alfredo Setúbal (Coleção Setúbal). Ela esteve anteriormente em posse de Sheila Hara, mas foi adquirida em 2013 pelo atual proprietário. Segundo o certificado de autenticação, esse item foi produzido em 1963, é descrito como uma “maquete”, “peça única” e pertenceu originalmente a Eduardo Lins Clark Ribeiro⁶². Vale lembrar que, para Álvaro Clark, o termo “maquete” diz respeito a obras produzidas pela artista e que seriam utilizadas como referência para a produção das versões. Essa peça esteve na exposição “*Lygia Clark: The Abandonment of Art 1948-1988*” (2014) realizada no MOMA-NY (Figura 18).

Figura 18 – *Bicho* (1963), da Coleção Setúbal

⁶¹ Segundo Álvaro Clark as versões baseavam-se em três dimensões: de 25 x 25 cm, de 50 x 50 e de metro por metro. Entrevista realizada por João Henrique Ribeiro Barbosa com Álvaro Edwards Clark, presidente da Associação Cultural Lygia Clark (ACLC) na sua residência nos dias 26 e 29 de novembro de 2018. Não publicada.

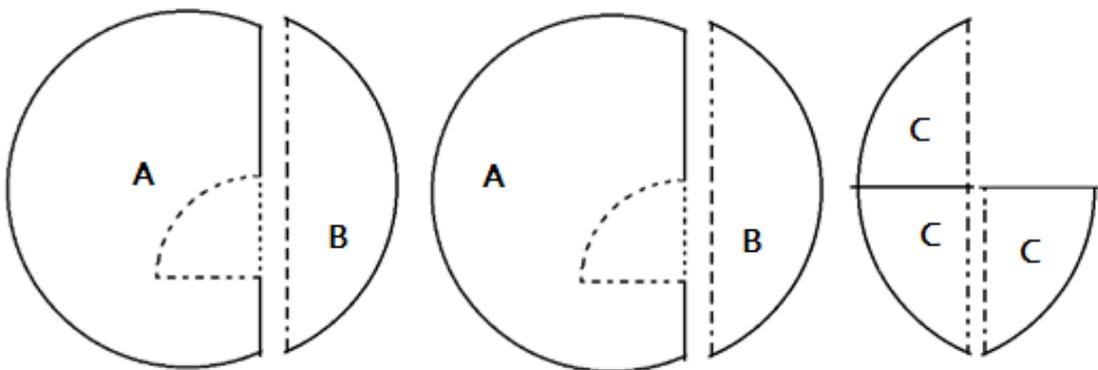
⁶² ACOMLC – ASSOCIAÇÃO CULTURAL “O MUNDO DE LYGIA CLARK”. Certificado de Autenticidade de Obra da Artista Lygia Clark/ N°000446 – *Bicho*/1963. Rio de Janeiro, 4 set. 2003. Certificado.



Fonte: BUTLER; PERÉZ-ORAMAS, 2014, p. 203.

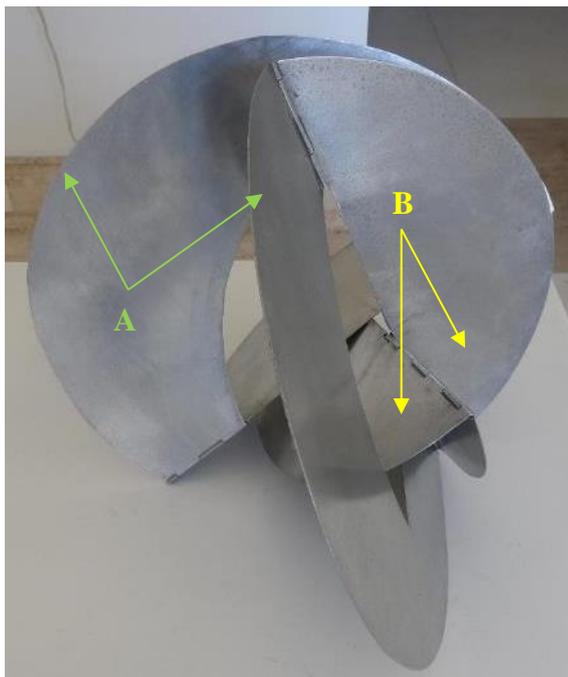
A obra *Bicho* (1963) apresenta as dimensões de 28 x 30 x 20 cm e conta com oito peças, todas com formas circulares. Duas peças de maior tamanho resultam de uma seção superior à metade de circunferência, tendo essa 30 cm de diâmetro. Essas duas peças maiores foram vazadas por uma figura semelhante a um quadrante do círculo. Há três seções complementares às peças maiores. Outras três peças menores, semelhantes a um quadrante de círculo (uma seção de $\frac{1}{4}$) foram utilizadas (Figura 19). Todas as oito peças são numeradas com algarismos arábicos; elas podem ser identificadas na obra conforme a posição registrada nas figuras (Figura 20 e Figura 21).

Figura 19 – Modelo de *Bicho* (1963) da Coleção Setúbal com peças maiores (A), seus complementos (B) e peças menores (C)



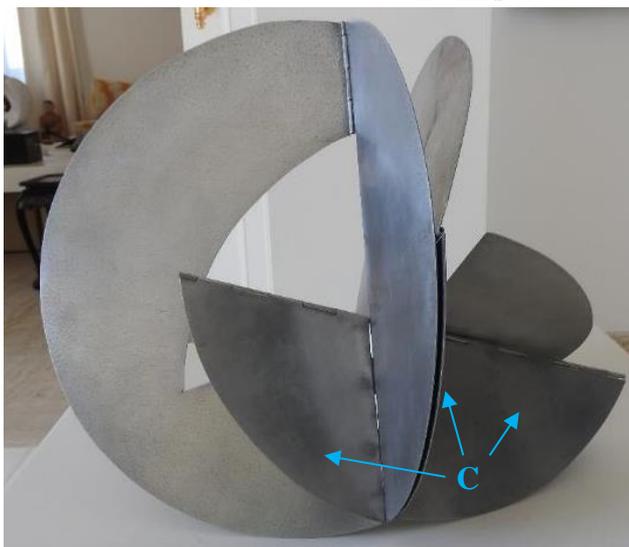
Fonte: Montagem realizada pelo autor.

Figura 20 – *Bicho* (1963) da Coleção Setúbal com duas peças maiores (seta verde) e parte complementar (seta amarela)



Crédito: Foto do autor.

Figura 21 – *Bicho* (1963) da Coleção Setúbal com três peças menores (seta azul)



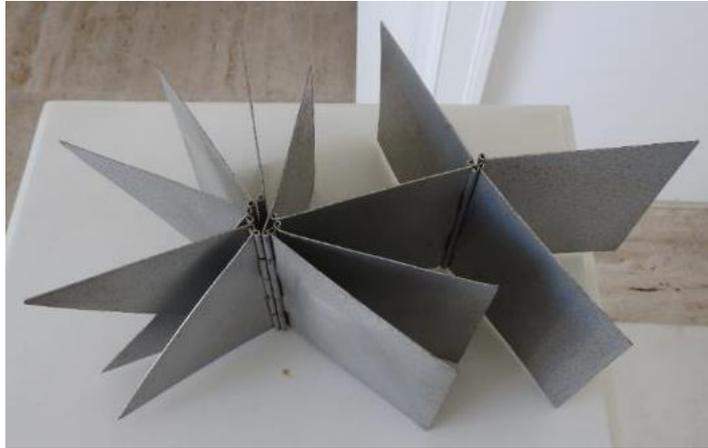
Crédito: Foto do autor.

A obra *Bicho* (1960) pertence atualmente à Coleção Setúbal. No certificado ela é descrita como uma “maquete” que anteriormente esteve na posse de Maria Helena Mazzillo Calazans⁶³. As dimensões totais da obra variam conforme a posição de cada uma das suas peças articuladas: o conjunto pode ser totalmente planificado de modo ocupar a área de um quadrado

⁶³ ACOMLC – ASSOCIAÇÃO Cultural “O mundo de Lygia Clark”. Certificado de Autenticidade de Obra da Artista Lygia Clark/ N°000454 – Bicho/1960. Rio de Janeiro, 4 set. 2003. Certificado.

de 10 cm, como também pode se expandir para ocupar um espaço com profundidade de 20 cm e comprimento de 30 cm (Figura 22).

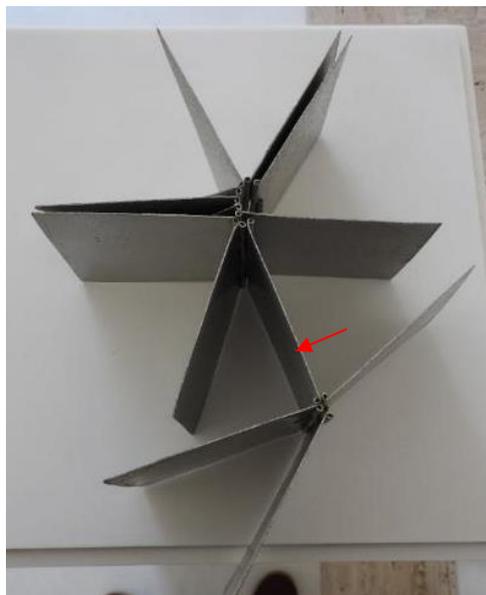
Figura 22 – *Bicho* (1960), Coleção Setúbal



Crédito: Foto do autor.

A obra consiste em 13 folhas: 9 delas com a forma de um quadrado e 4 com a de um triângulo. A peça quadrada foi medida com um paquímetro e os lados têm medidas ligeiramente distintas: 9,6 x 10 cm. As peças triangulares correspondem à figura de um triângulo retângulo, sendo os catetos equivalentes à medidas dos lados do quadrado. As peças estão organizadas de forma que uma peça quadrada une nove peças de um lado e três peças do outro. Essa peça quadrada é diferente das demais, uma vez que apresenta articulações em dois dos seus lados; as outras peças apresentam somente um lado articulado (Figura 23).

Figura 23 – *Bicho* (1960) da Coleção Setúbal com peça quadrada (seta vermelha) que une dois conjuntos de peças



Crédito: Foto do autor.

A obra *Bicho máquina, versão 01* faz parte da coleção da instituição norte-americana *The Museum of Fine Arts – Houston* (MFAH) e integra o fundo *The Adolpho Leirner Collection of Brazilian Constructive Art*. A obra foi inicialmente adquirida pelo colecionador paulista Adolpho Leirner (1935) e posteriormente incorporada pelo MFAH entre os anos de 2005 a 2007. Na identificação do MFAH a peça é nomeada *Bicho máquina*, porém no catálogo do MOMA-NY, por ocasião da exposição *Lygia Clark: The Abandonment of Art 1948-1988* (2014), a peça é descrita como “Máquina, versão 01” (BUTLER, PERÉZ-ORAMAS, 2014, p. 322) (Figura 24).

Figura 24 – *Bicho máquina* (1962), MFAH



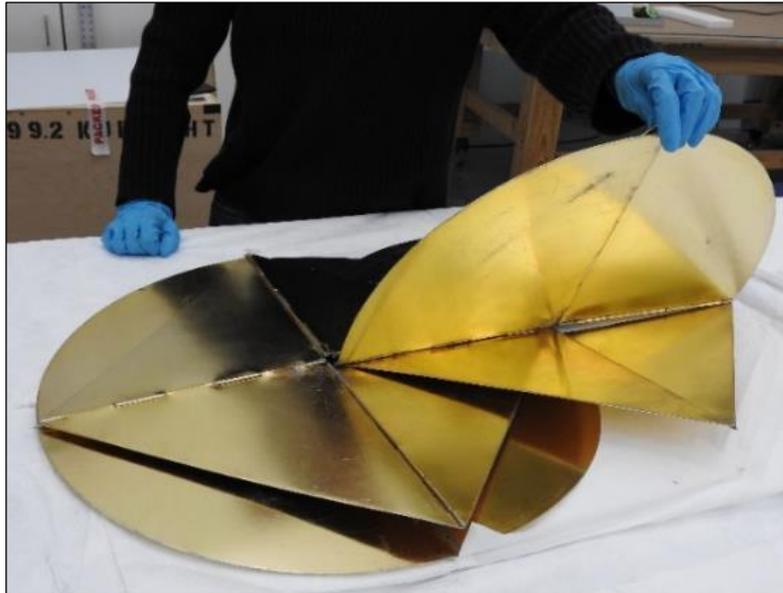
Fonte: The Museum of Fine Arts, Houston. Disponível em: <<https://www.mfah.org/art/detail/73736>>. Acesso em: 21 jun. 2018.

A criação da obra foi atribuída ao início da década de 1960 e dentre todas as obras de Lygia Clark já catalogadas, representa uma das de maior dimensão: 24 folhas com uma dimensão total de 90 cm por 60 cm (GILLIES, 2009; BUTLER; PERÉZ-ORAMAS, 2014). O conjunto é totalmente articulado e pode ser posicionado de modo que todas as folhas fiquem em um mesmo plano. O conjunto é composto por 8 peças em forma de um quadrante (um setor circular de 90° ou uma área de $\frac{1}{4}$ do círculo) e outras 16 peças em forma de um triângulo retângulo isósceles.

Nessa posição, as folhas metálicas podem ser examinadas como as folhas de um livro; algumas peças, no entanto, não podem ser deslocadas sem que outras também o sejam: na figura abaixo, as duas peças em forma de quadrante movimentam também as peças triangulares (Figura 25). Todas as folhas estão fixadas em dois lados: os triângulos são articulados sempre pelos catetos e os quadrantes entre os raios. Cada uma das folhas está gravada com um

algarismo arábico distinto, a começar pelo número 1 e terminando no 24; essa identificação é observada no encontro dos catetos dos triângulos e nos raios nas seções circulares. Logo após os algarismos há dois pequenos quadrados dispostos verticalmente um sobre o outro; até o momento, não se sabe o significado desses dois símbolos. Além dessas gravações, a obra não apresenta outra marcação que identifique a sua autoria (Figura 26).

Figura 25 – *Bicho máquina* (1962) do MFAH em uma mesa e a manipulação das folhas: as duas peças em forma de quadrante movimentam também as peças triangulares



Crédito: Foto do autor.

Figura 26 – *Bicho máquina* (1962) do MFAH com algarismos arábicos seguidos por dois quadrados

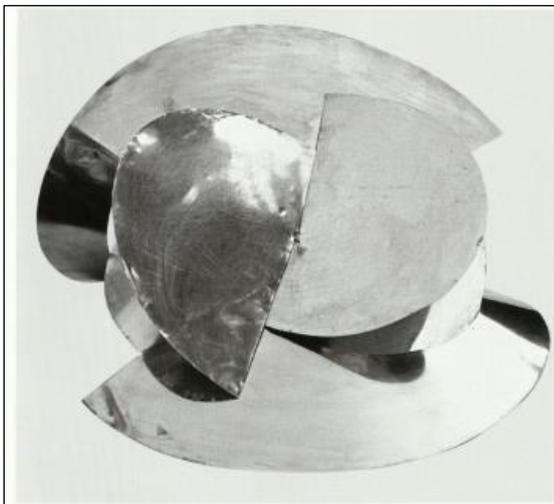


Crédito: Foto do autor.

O antes é o depois, versão 02 (1963) pertence atualmente à Coleção Setúbal. A obra participou da exposição “*Lygia Clark: The Abandonment of Art 1948-1988*” (2014), realizada no MOMA-NY (Figura 27), como também da mostra organizada pelo Itaú Cultural em São Paulo, “*Lygia Clark: uma retrospectiva*” (2015, p. 270). Anteriormente, a obra havia pertencido

a Hélio Pellegrino e, em seguida, a Israel Issar Furmanovich⁶⁴. De acordo com o certificado de autenticidade da obra, ela corresponde a uma segunda versão, produzida em 1963.

Figura 27 – *O antes é o depois* (1963), atualmente na Coleção Setúbal



Fonte: BUTLER, PERÉZ-ORAMAS, 2014, p. 203.

Em um trecho do diário de Lygia Clark, datado como do ano de 1965 e publicado em 1980 pela Fundação Nacional de Arte (FUNARTE), a artista relata a experiência de um sonho na criação de outras esculturas em metal que deram prosseguimento à série dos *Bichos*. Nesse documento a artista demonstra interesse na relação entre o cheio e o vazio, na forma e na contra-forma. Além disso, ela afirma que a obra *O antes é o depois* se insere no conjunto da série dos *Bichos*, porém corresponde a um exemplar sem dobradiças (“charneiras”).

Outro sonho: no interior que é o exterior, uma janela e eu. Através dessa janela eu vejo passar lá fora o que é para mim, o que está dentro. Quando acordo, a janela do quarto é a do sonho, o de dentro que eu procurava é o espaço de fora. Deste sonho nasceu o *Bicho* que denominei “dentro-fora”. É uma estrutura de aço inoxidável, elástica e deformável. No meio da estrutura existe um vazio. Quando a manipulamos, este vazio interior dá à estrutura aspectos completamente novos. Eu considero o “dentro-fora” como resultado de minhas pesquisas sobre os “Bichos” (antes de “dentro-fora”, realizei um outro “Bicho” sem charneiras, de denominei “antes é depois”). Inúmeras vezes acordei na janela de meu quarto procurando o espaço exterior como sendo o “dentro” (CLARK, 1980, p. 23).

A obra explora as linhas curvas e a figura do círculo. Além disso, nota-se na composição aquilo que a artista posteriormente descreveria como “espaço interior” ou “vazio-pleno de sua existência” (GULLAR, abr. 1960, p. 4); na apresentação desses conceitos, Lygia Clark deixa de lado o problema do volume na escultura e se aprofunda no “vazio-forma” (LYGIA CLARK. O vazio-pleno, 1960, p. 5) (Figura 28).

⁶⁴ PAULO Kuczynski Escritório de Arte. **Declaração**. São Paulo, 7 dez. 2009.

Figura 28 – Vista da obra *O antes é o depois* (1963) da Coleção Setúbal



Crédito: Foto do autor.

As dimensões totais da obra são de aproximadamente 60 x 70 cm. A diversidade de posições resulta do uso de apenas duas peças. Elas são encaixadas na região central da obra por meio do encontro entre parte dos dois círculos centrais (seta) e um encaixe com dobra e solda (pontilhado) (Figura 29). Em toda a obra não foi possível observar inscrições ou marcações que identificassem o ano de fabricação ou o autor.

Figura 29 – *O antes é o depois* (1963) da Coleção Setúbal com o encontro entre os círculos (seta) e encaixe com dobra (círculo)



Crédito: Foto do autor.

A obra *Trepante* (1965) também pertence à coleção do MFAH. A instituição adquiriu extensa coleção de arte concreta do colecionador Adolpho Leirner, hoje identificada por *The Adolpho Leirner Collection of Brazilian Constructive Art* (Figura 30). Essa mesma obra também é descrita no catálogo do MOMA-NY, publicação realizada por ocasião da exposição

“Lygia Clark: The Abandonment of Art – 1948-1988”, como “Trepante n° 3, versão 1”; a peça é datada como do ano de 1965 (BUTLER; PERÉZ-ORAMAS, 2014, p. 323).

Figura 30 – *Trepante* (1965), atualmente no MFAH



Fonte: The Museum of Fine Arts, Houston. Disponível em: <<https://www.mfah.org/art/detail/75904>>. Acesso em 21 jun. 2018.

Segundo a artista, a série *Trepante* utiliza peças que representam “o orgânico que se agarra em um suporte (ou caixa ou tronco ou ainda um portal)”; é a “volta ao objeto com a participação do espectador”, sendo o primeiro expresso “colado a qualquer suporte” (CLARK, 2015, p. 134). Essa série representa um período em que Clark esteve preocupada com o conceito do “dentro-fora”, isto é, com a contraposição entre o espaço cheio e o seu oposto, o vazio.

Essa obra do MFAH é composta por três folhas em aço inoxidável que envolvem uma outra peça em madeira semelhante a um tronco de árvore. O conjunto não é articulável e tem dimensões totais de 38 × 49 × 38 cm (GILLIES, 2011). Após a aquisição da obra foi feita a desmontagem e constatou-se que das três peças em aço inoxidável duas resultam de dois círculos de 20 cm de raio (GILLIES, 2011); ambas são parcialmente dobradas nas suas extremidades e estão unidas em um mesmo local. A terceira peça de metal corresponde a um segmento que se une em dois locais às duas peças que resultam do círculo. O espaço central do conjunto é ocupado pelo tronco de madeira (Figura 31).

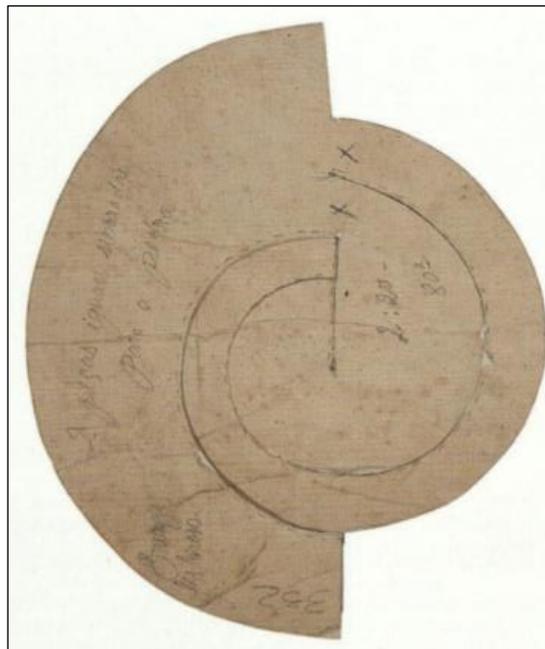
Figura 31 – *Trepante* (1965), atualmente no MFAH



Fonte: The Museum of Fine Arts, Houston. Disponível em: <<https://www.mfah.org/art/detail/75904>>. Acesso em 21 jun. 2018.

O aspecto das duas peças do *Trepante* do MFAH que resultam de dois círculos é semelhante a um projeto em papel feito por Lygia Clark denominado *Estudo para Trepante* (1964) (BUTLER; PERÉZ-ORAMAS, 2014, p. 195) (Figura 32). O estudo não apresenta, até o momento, nenhuma relação direta com a obra em metal, porém acreditamos que ele pode auxiliar na compreensão do planejamento das peças circulares.

Figura 32 – *Estudo para Trepante* (1964) de Lygia Clark



Fonte: BUTLER; PÉREZ-ORAMAS, 2014, p. 195.

As obras *O antes é o depois* (1963) da Coleção Setúbal e *Trepante* (1965) do MFAH apresentam coloração branco-cinza-prateada, ausência de magnetismo, espessura da folha reduzida, brilho especular e forma orgânica.

A seguir temos a relação de todas as obras apresentadas conforme o seu título, o material empregado, o ano ou período de produção e a coleção ou museu onde se encontra; além dessas informações, informamos também se essas obras apresentam ou não marcações nas folhas (Quadro 7).

Quadro 7 – Relação das obras conforme título, ano, número de folhas e coleção.

TÍTULO	Nº DE FOLHAS	COLEÇÃO/ MUSEU
<i>Bicho relógio de sol</i> (1960-63)	4 folhas	MAM-RJ
<i>Bicho relógio de sol</i> (1960)	4 folhas	Fundação Nemirovsky
<i>Bicho</i> (1963)	8 folhas	Coleção Setúbal
<i>Bicho</i> (1960)	13 folhas	Coleção Setúbal
<i>Bicho máquina</i> (1962)	24 folhas	MFAH
<i>O Antes é o Depois</i> (1963)	2 folhas	Coleção Setúbal
<i>Trepante</i> (1965)	3 folhas	MFAH

Fonte: Elaborado pelo autor.

2.2 Aspectos construtivos no *Trepante* e nos *Bichos*

As técnicas provavelmente utilizadas para a construção das obras foram: a laminação, o corte e o recorte, a conformação, a montagem e o acabamento por revestimento. A espessura das folhas varia conforme cada obra. No entanto, em *O antes é o depois* (1963) e *Trepante* (1965), as folhas metálicas são delgadas, maleáveis e finas; os paquímetros digital e manual indicaram 0,5 mm de espessura.

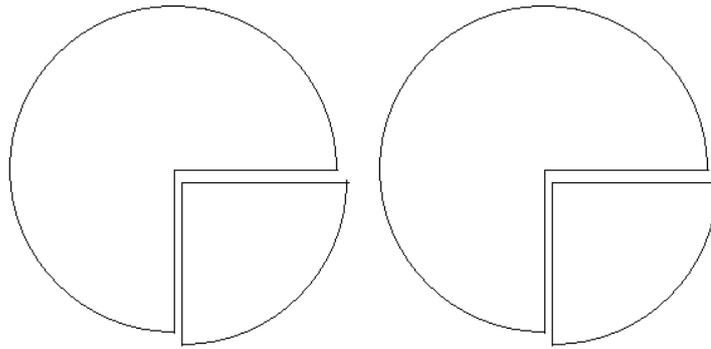
Ainda que a espessura dos metais utilizados em cada criação seja distinta, nota-se, em uma mesma obra, uma única medida. Essa padronização indica que, em cada obra, as peças foram obtidas de uma mesma folha. Os valores semelhantes na espessura das folhas também reforçam um outro aspecto técnico e prático: as máquinas de corte funcionam conforme o tipo de material selecionado e para espessuras específicas (DE SOUZA, s.d., p. 11). Dessa forma, não seria prático utilizar folhas com grandes variações na espessura.

2.2.1 Corte e Recorte

Após a laminação, a próxima etapa foi a de corte do metal. Para o *Bicho relógio de sol* do MAM-RJ e da Fundação Nemirovsky esse procedimento resultou na obtenção de quatro folhas: duas menores e duas maiores (Figura 33). A obra do MAM-RJ tem raio de

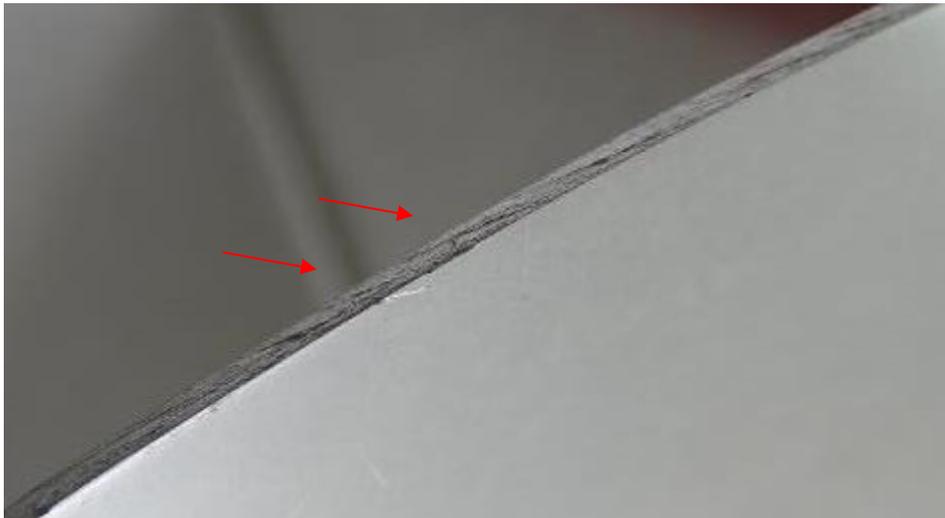
aproximadamente 11,5 cm e diâmetro de 23 cm. Nas espessura das peças foi possível verificar a presença de marcas na forma de linhas que sugerem o uso de lima para o acabamento após o corte (Figura 34). Na obra da Fundação Nemirovsky essas medidas são quase duas vezes maiores: o raio é de 24,6 cm e o diâmetro é de 49,3 cm.

Figura 33 – Modelo de *Bicho relógio de sol* com as folhas produzidas após o corte



Fonte: Desenho elaborado pelo autor.

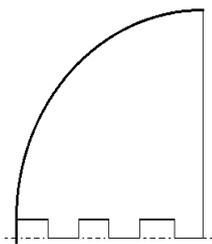
Figura 34 – Marcas semelhantes às produzidas por lima na espessura de *Bicho relógio de sol* (1960-63) do MAM-RJ



Crédito: Foto do autor.

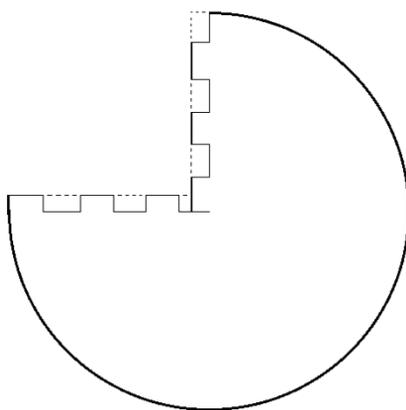
De modo geral, após o corte, as peças foram recortadas (exceto em *O antes é o depois* e no *Trepante*) em zigue-zague. Vale ressaltar que as peças eram cortadas em um tamanho superior ao visível atualmente, isso porque foi necessário destinar uma área para o recorte do metal (que posteriormente seria enrolado para formar a articulação das dobradiças). No caso da obra *Bicho relógio de sol* do MAM-RJ e da Fundação Nemirovsky, o recorte foi realizado em zigue-zague nas quatro peças para dar origem às subdivisões; no caso das peças menores, ele foi feito em um dos lados (Figura 35) e no caso das peças maiores, em dois lados (Figura 36).

Figura 35 – Modelo de *Bicho relógio de sol* com peça menor e subdivisões recortadas em zigue-zague



Fonte: Desenho elaborado pelo autor.

Figura 36 – Modelo de *Bicho relógio de sol* com peça maior e subdivisões recortadas em zigue-zague

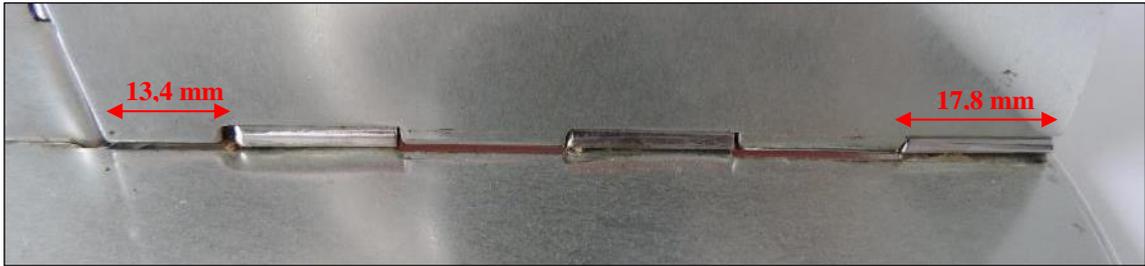


Fonte: Desenho elaborado pelo autor.

Na obra do MAM-RJ o recorte deu origem a seis subdivisões com tamanhos distintos (com auxílio de um paquímetro registrou-se na mais interna 13,4 mm, na mais externa 17,8 mm e nas demais 19,6 mm) (Figura 37). Cada subdivisão apresenta, em diversos locais, sulcos ou aprofundamentos nas linhas de encontro do recorte. Esse aspecto parece indicar o uso de um instrumento de corte como a serra de mão. Quando utilizado, esse equipamento exige maior controle e atenção do operador, sendo comum observar sulcos nas áreas de encontro dos recortes (Figura 38).

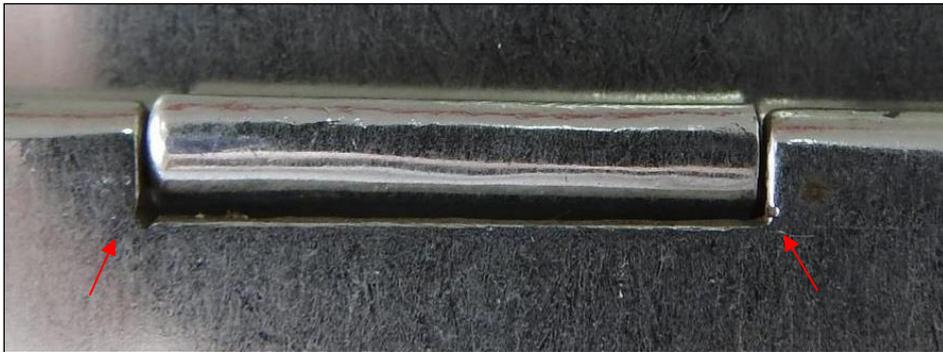
Em outros locais na obra do MAM-RJ observou-se um ligeiro desnível na linha de recorte e espaços entre as subdivisões (Figura 39). Esse desnível pode ser o resultado de um corte impreciso ou do uso excessivo da lima em somente um dos lados. O espaço entre as subdivisões indica a remoção do metal além do necessário. Ainda em um outro local observou-se um recorte em ângulo reto e um outro arredondado (Figura 40). Por fim, em uma outra região, o recorte nas extremidades da subdivisão é ligeiramente inclinado (Figura 41).

Figura 37 – Subdivisões interna e externa no *Bicho relógio de sol* (1960-63) do MAM-RJ



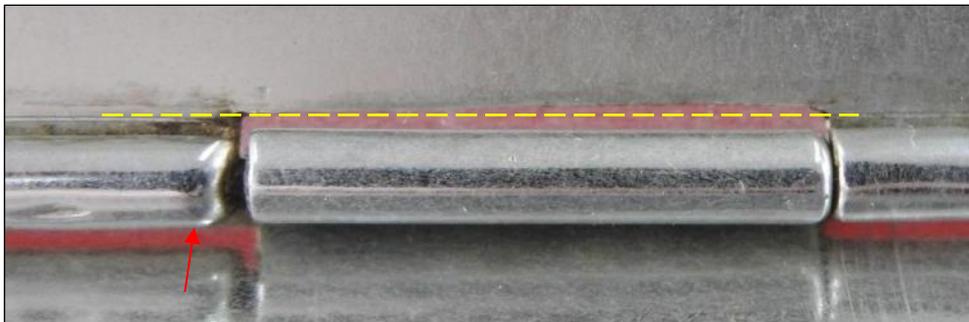
Crédito: Foto do autor.

Figura 38 – Sulco nas áreas de encontro dos recortes (setas em vermelho) no *Bicho relógio de sol* (1960-63) do MAM-RJ



Crédito: Foto do autor.

Figura 39 – Recorte com desnível (reta amarela) e com espaço (seta vermelha) no *Bicho relógio de sol* (1960-63) do MAM-RJ



Crédito: Foto do autor.

Figura 40 – Recorte arredondado (seta amarela) em linha reta (seta vermelha) no *Bicho relógio de sol* (1960-63) do MAM-RJ



Crédito: Foto do autor.

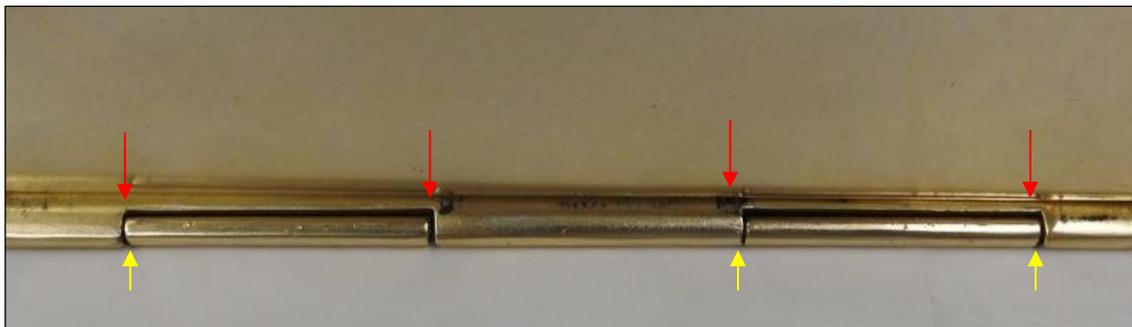
Figura 41 – Recorte das extremidades ligeiramente inclinado (seta vermelha) no *Bicho relógio de sol* (1960-63) do MAM-RJ.



Crédito: Foto do autor.

Na obra da Fundação Nemirovsky foram formadas cinco subdivisões com tamanhos distintos (uma com 46 mm, outra com 47,8 mm e 48,9 mm e duas com 50,3 mm). O exame da área de encontro entre as subdivisões indicou um recorte em ângulo reto, sem a presença de sulcos ou aprofundamentos; o lado recortado de duas peças distintas apresenta medidas muito próximas que se encaixam sem a presença de espaços (Figura 42). Nas subdivisões há recortes mais estreitos e outros mais largos; esse aspecto indica falta de alinhamento no recorte (Figura 43).

Figura 42 – *Bicho relógio de sol* (1960) da Fundação Nemirovsky com ângulo reto (seta vermelha) e encaixes sem espaço (seta amarela)



Crédito: Foto do autor.

Figura 43 – *Bicho relógio de sol* (1960) da Fundação Nemirovsky com recorte estreito e amplo (seta)

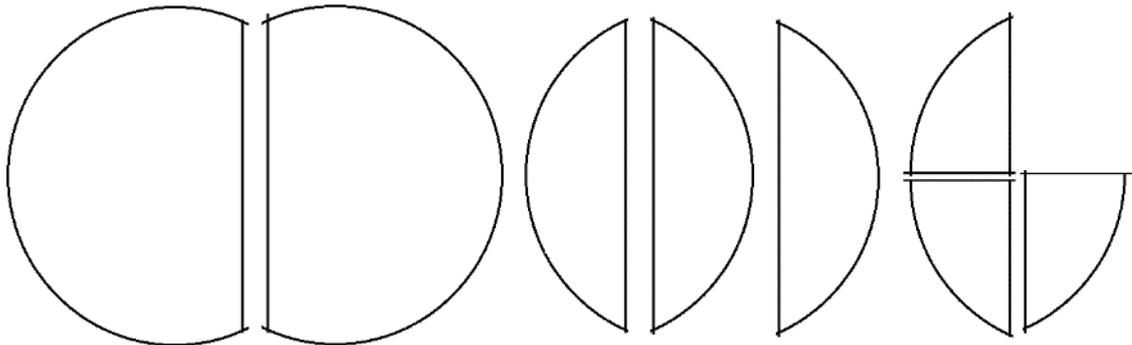


Crédito: Foto do autor.

Na obra *Bicho* (1963) da Coleção Setúbal, o corte foi a etapa necessária para a obtenção de oito peças (Figura 44) e o recorte para formar as subdivisões em zigue-zague. As subdivisões foram divididas em dois tamanhos: um menor de 10 mm e outro maior com 20 mm (Figura 45).

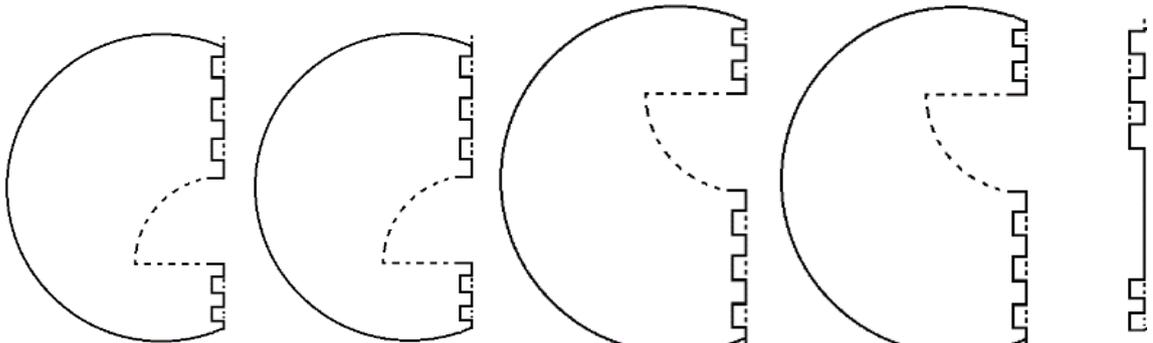
Na borda dos recortes (seta) observou-se uma pequena diferença no relevo da folha semelhante a uma ranhura. Além disso, o espaço entre o encontro das peças recortadas é ora largo, ora estreito (círculo pontilhado) (Figura 46 e Figura 47). Na borda das folhas não foi possível observar marcas que sugerissem o uso de ferramentas específicas, como por exemplo a serra de mão ou a guilhotina.

Figura 44 – Modelo de *Bicho* (1963) da Coleção Setúbal com as oito peças cortadas



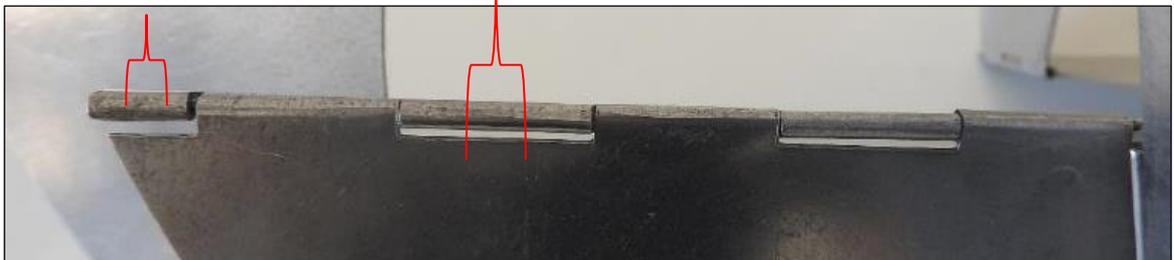
Fonte: Desenho elaborado pelo autor.

Figura 45 – Modelo de *Bicho* (1963) da Coleção Setúbal com as oito peças recortadas em zigue-zague



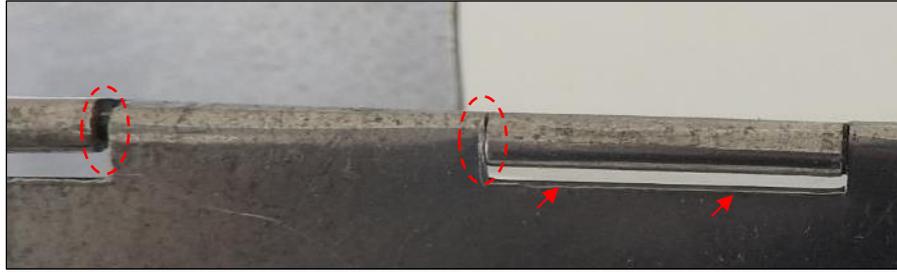
Fonte: Desenho elaborado pelo autor.

Figura 46 – Recorte com subdivisão menor e maior (chave) em *Bicho* (1963) da Coleção Setúbal



Crédito: Foto do autor.

Figura 47 – Borda com ranhura (seta vermelha) e recorte estreito e largo (círculo) em *Bicho* (1963) da Coleção Setúbal



Crédito: Foto do autor.

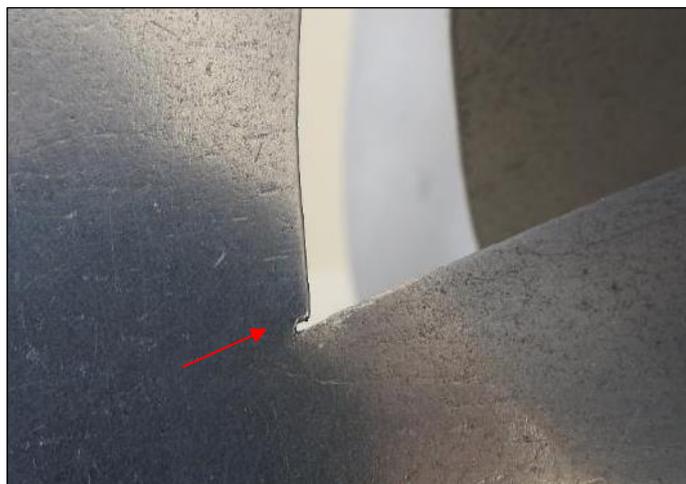
Em *Bicho* (1963) da Coleção Setúbal, o recorte foi utilizado não somente para a produção das dobradiças, como também para a obtenção de um vazado nas duas peças maiores. Em um local, o recorte apresenta a borda com ranhura e na área de encontro irregularidades na superfície (Figura 48). Em outro local, na área de recorte para o vazado, o o recorte avançou para além do limite necessário. O aspecto estreito desse recorte sugere o uso de serra de mão semelhante àquela utilizada em joalheria (Figura 49).

Figura 48 – Recorte vazado em *Bicho* (1963) da Coleção Setúbal (seta)



Crédito: Foto do autor.

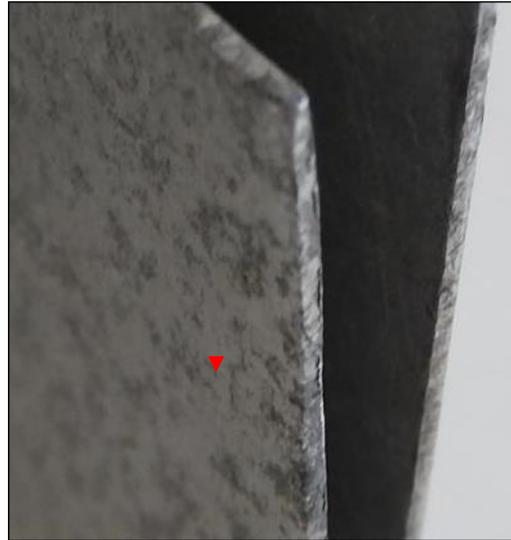
Figura 49 – Recorte realizado com serra de mão (círculo) em *Bicho* (1963) da Coleção Setúbal



Crédito: Foto do autor.

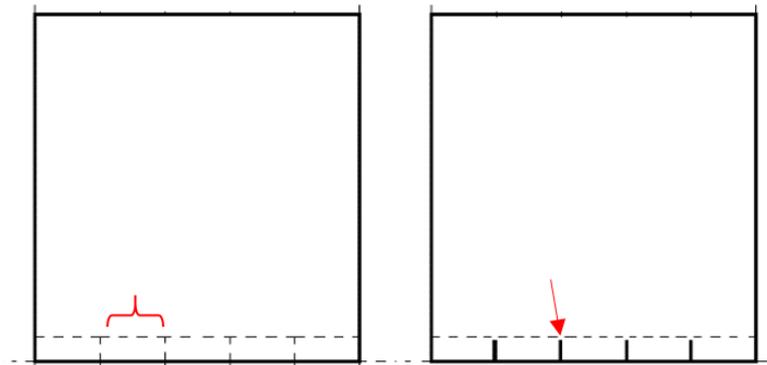
O procedimento de corte na obra *Bicho* (1960) da Coleção Setúbal gerou folhas quadradas e triangulares. Na borda das peças foi possível identificar a presença de ranhuras; essas marcas podem ter sido produzidas por ferramentas de corte como a guilhotina ou a tesoura (Figura 50). Nessa obra, o recorte foi feito por meio de incisões e não por zigue-zague. Cada lado apresenta cinco incisões e cada subdivisão tem um valor médio de 20 mm (Figura 51 e Figura 52).

Figura 50 – *Bicho* (1960) da Coleção Setúbal com borda com a presença de ranhuras (seta)



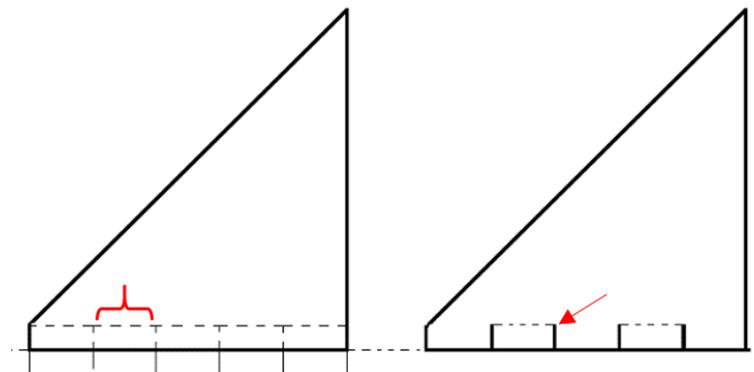
Crédito: Foto do autor.

Figura 51 – Modelo de peça quadrada de *Bicho* (1960) da Coleção Setúbal com subdivisões (chave) e incisões (seta) após o recorte



Fonte: Desenho elaborado pelo autor.

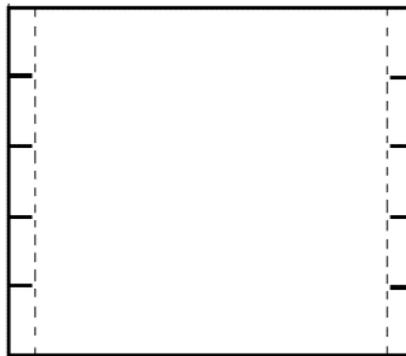
Figura 52 – Modelo de peça triangular de *Bicho* (1960) da Coleção Setúbal com subdivisões (chave) e incisões (seta) após o recorte



Fonte: Desenho elaborado pelo autor.

Em *Bicho* (1960) da Coleção Setúbal, dentre as 13 peças, excepcionalmente uma conecta nove folhas de um lado e três do outro. Essa peça traz incisões em dois dos seus lados (Figura 53).

Figura 53 – Modelo de peça quadrada de *Bicho* (1960) da Coleção Setúbal com incisões após o recorte



Fonte: Desenho elaborado pelo autor.

A medida empregada nas subdivisões de *Bicho* (1960) da Coleção Setúbal varia conforme cada par. Essa diferença é evidenciada nas lacunas presentes entre cada recorte (Figura 54). Essas lacunas podem resultar, por exemplo, de adaptações no recorte durante a etapa final de montagem. Contudo, de modo geral, o espaço entre o recorte das subdivisões é estreito. Em relação ao instrumento utilizado para a realização das incisões, a presença de vários cortes estreitos em linha reta, que iniciam, mas são interrompidos, sugere o uso de uma ferramenta manual semelhante a uma serra de mão; esse instrumento é frequentemente utilizado, por exemplo, em joalherias e em funilarias (Figura 55).

Figura 54 – Variação no comprimento dos recortes (linha pontilhada) e lacunas (setas) em *Bicho* (1960) da Coleção Setúbal



Crédito: Foto do autor.

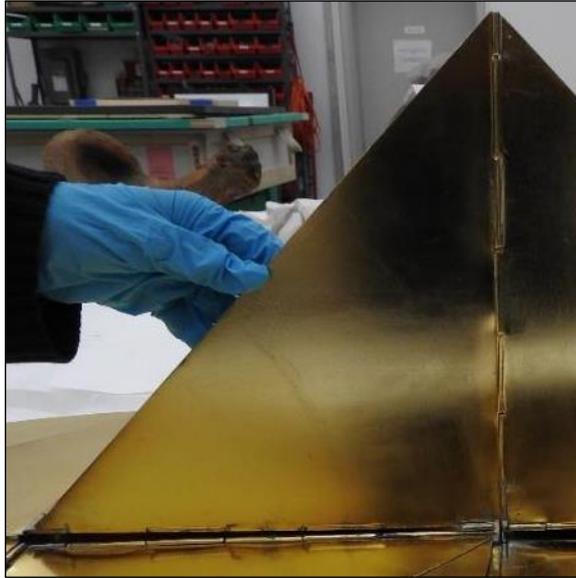
Figura 55 – *Bicho* (1960) da Coleção Setúbal com recortes iniciados, mas interrompidos



Crédito: Foto do autor.

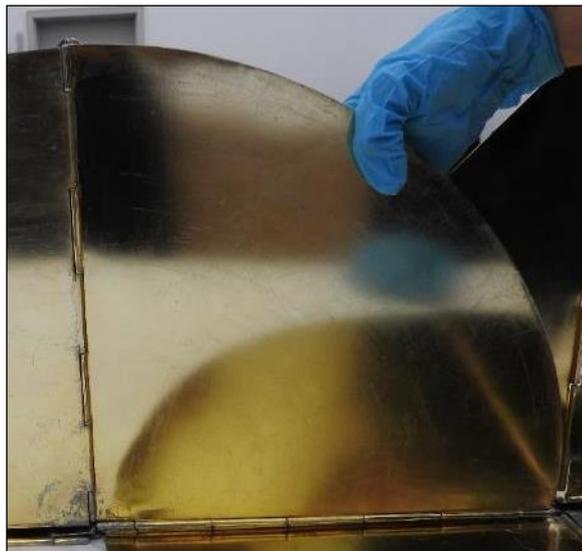
A obra *Bicho máquina* do MFAH foi, dentre as examinadas, aquela com o maior número de peças: 16 folhas triangulares com 30 cm de lado para os catetos e 42 cm para a hipotenusa (Figura 56); e 8 folhas que representam um quadrante que também apresenta lado (raio) de 30 cm (Figura 57).

Figura 56 – *Bicho máquina* (1962) do MFAH com folha triangular



Crédito: Foto do autor.

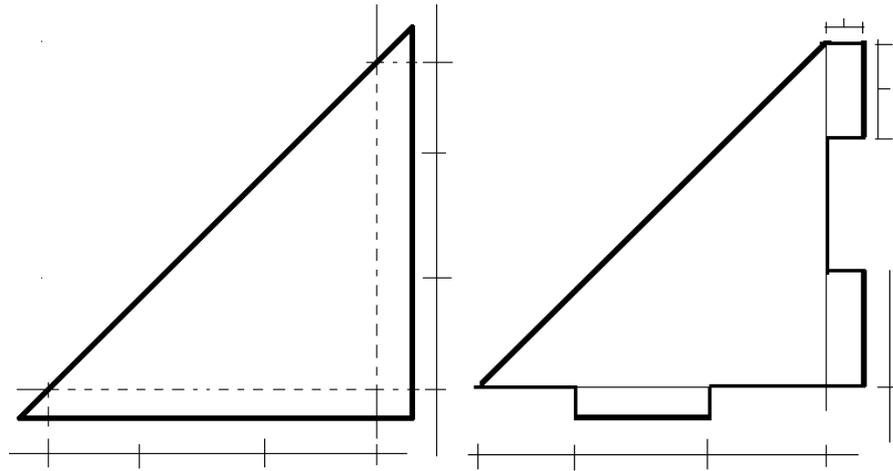
Figura 57 – *Bicho máquina* (1962) do MFAH com um quadrante



Crédito: Foto do autor.

Semelhantemente às outras obras, as folhas triangulares e as seções circulares de *Bicho máquina* devem ter sido inicialmente cortadas maiores que as dimensões visualizadas atualmente. Esse procedimento foi necessário, uma vez que, após o corte das duas figuras geométricas, seria necessário recortar os catetos e raios para que essas “medidas em excesso”, ou os recortes, fossem utilizadas na etapa de dobra para formar as dobradiças (Figura 58).

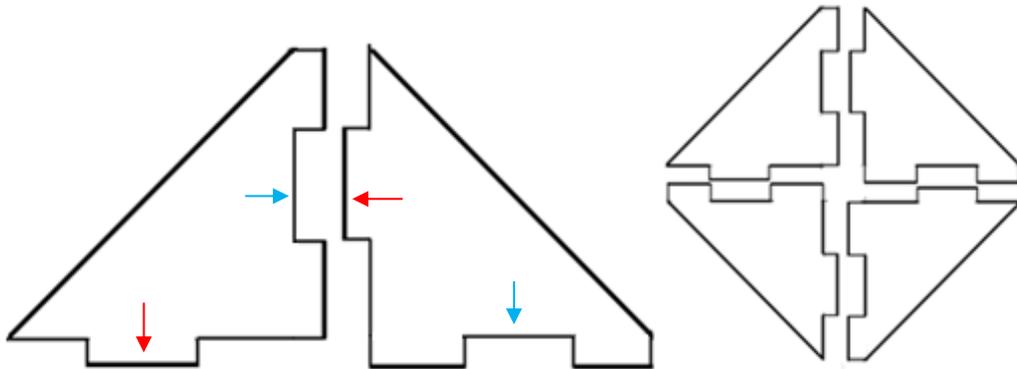
Figura 58 – Modelo de *Bicho máquina* (1962) do MFAH: peça triangular após o corte (a) e recorte (b)



Fonte: Desenho elaborado pelo autor.

As peças foram recortadas em um único formato. A partir dessa configuração seria possível combinar as folhas e formar, por exemplo, um quadrado (Figura 59); as setas em azul e vermelho reforçam as diferenças no recorte de cada lado das peças.

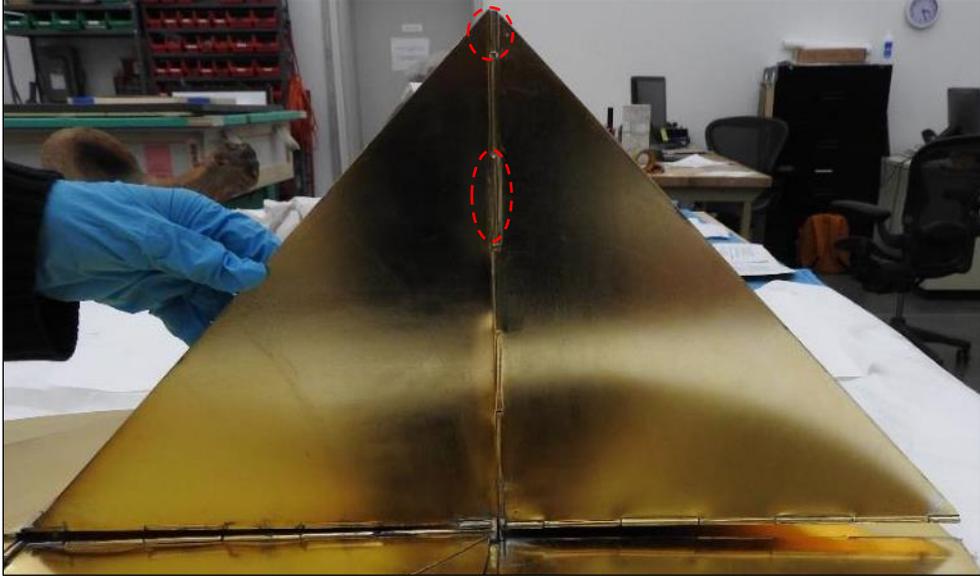
Figura 59 – Modelo de *Bicho máquina* (1962) do MFAH com duas folhas triangulares com forma única



Fonte: Desenho elaborado pelo autor.

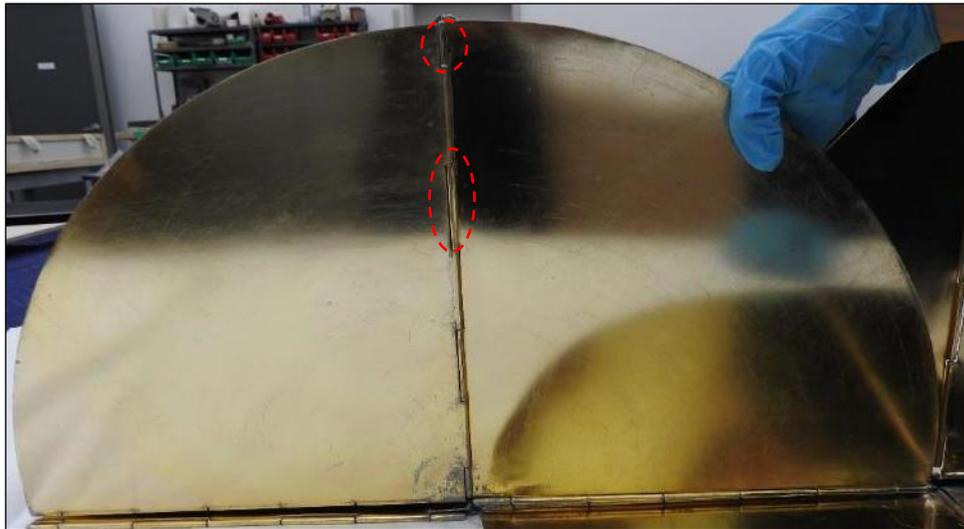
Nos catetos das folhas triangulares (30 cm) observaram-se sete subdivisões, sendo as duas externas com a altura do recorte com comprimento aproximadamente igual a 2 cm (algumas com 2,3 e 2,4 cm) e as cinco internas com 5 cm (ou 4,9 cm). Os raios da seção circular (30 cm) também foram recortados de modo a repetir as dimensões descritas nos triângulos e assim permitir a união das folhas triangulares com as circulares (Figura 60 e Figura 61).

Figura 60 – Diferentes tamanhos nas subdivisões (círculo) do *Bicho máquina* (1962) do MFAH



Crédito: Foto do autor.

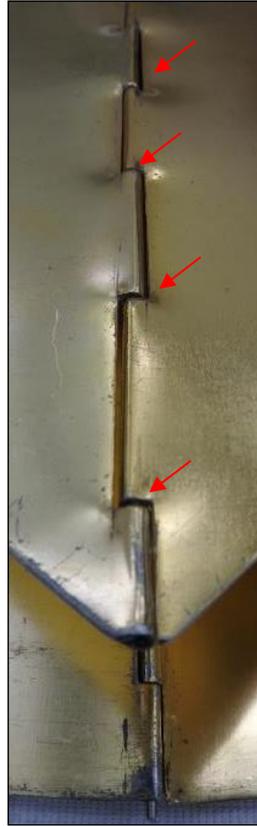
Figura 61 – Diferentes tamanhos para subdivisões (círculo) no *Bicho máquina* (1962) do MFAH



Crédito: Foto do autor.

Durante o corte das folhas, é comum a formação de rebarbas ou imperfeições nas seções de corte e recorte. Contudo, em *Bicho máquina* do MFAH, essas marcações não foram observadas. Nas áreas de encontro entre as subdivisões, há deformações que sugerem o uso de ferramenta de corte por pressão, semelhante a uma prensa mecânica (Figura 62).

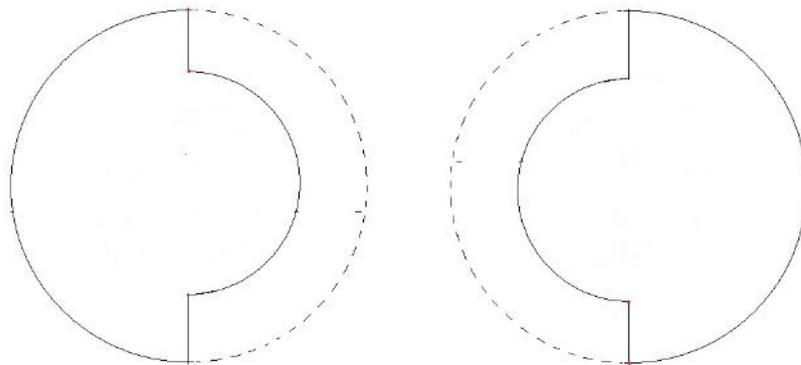
Figura 62 – *Bicho máquina* do MFAH com deformações nas subdivisões (seta)



Crédito: Fotos do autor.

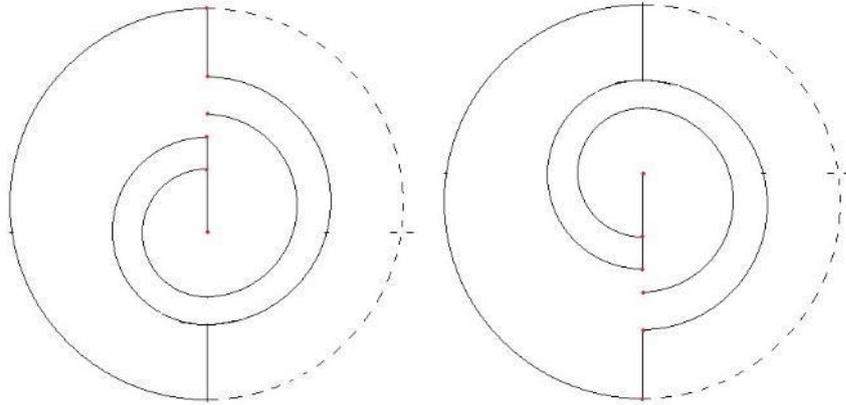
Na obra *O Antes é o depois*, da Coleção Setúbal, feita com liga de aço inoxidável, o corte foi empregado para a obtenção de duas folhas em forma de semicírculo (linha cheia) (Figura 63); após o corte foi feito o recorte (Figura 64). Ainda se observou nas peças a presença de orifícios (pontos em vermelho) com aproximadamente 4 mm de diâmetro (Figura 65 e Figura 66).

Figura 63 – Modelo de peças (linha contínua) para *O antes é o depois* (1963) da Coleção Setúbal



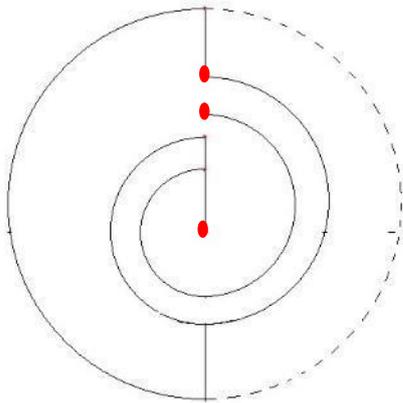
Fonte: Desenho elaborado pelo autor.

Figura 64 – Modelo para duas partes (linha contínua) de *O antes é o depois* (1963) da Coleção Setúbal



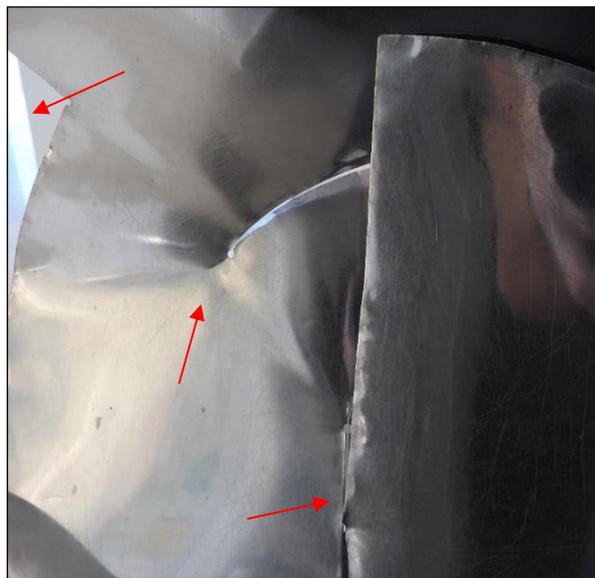
Fonte: Desenho elaborado pelo autor.

Figura 65 – Modelo de *O antes é o depois* (1963) da Coleção Setúbal com orifícios identificados (pontos em vermelho)



Fonte: Desenho elaborado pelo autor.

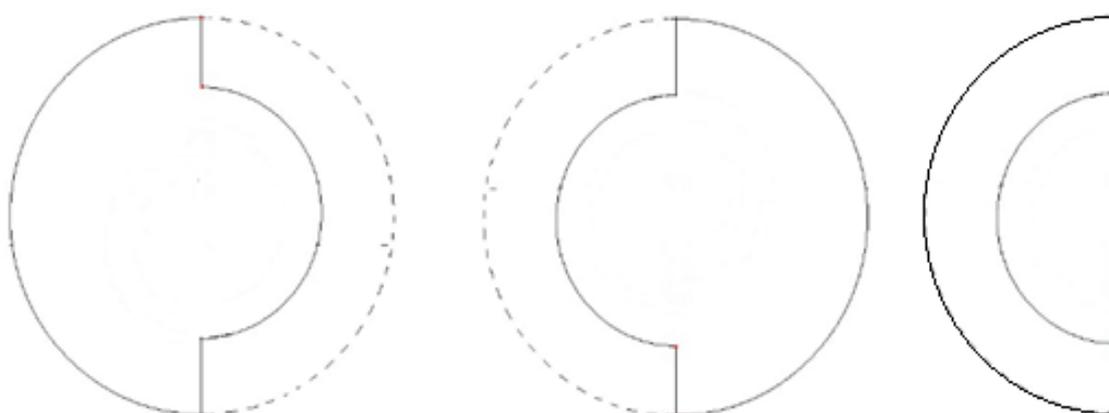
Figura 66 – *O antes é o depois* (1963) da Coleção Setúbal com orifícios (seta)



Crédito: Foto do autor.

No *Trepante* do MFAH, também em aço inoxidável, o corte possibilitou a obtenção de uma peça que seria unida a outras duas com formas circulares. Abaixo temos um modelo para as três folhas circulares geradas após o corte (Figura 67).

Figura 67 – Modelo de *Trepante* (1965) do MFAH com três peças circulares (linha contínua)



Fonte: Desenho elaborado pelo autor.

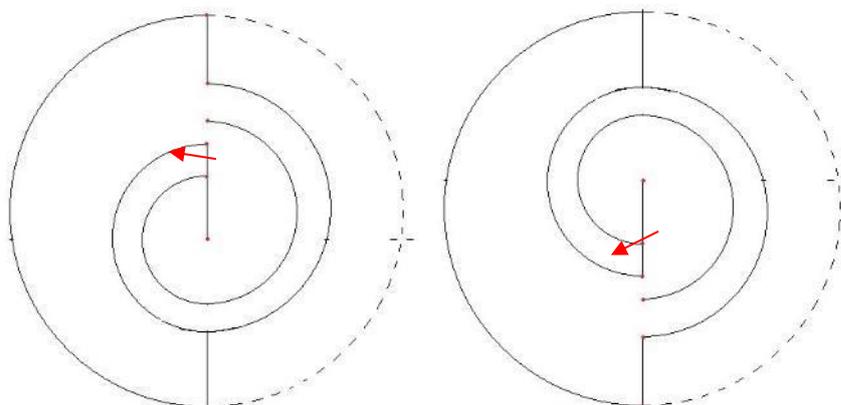
As marcações aleatórias identificadas na borda das folhas lembram as marcas feitas após o corte ou recorte com tesoura de mão (Figura 68). Essas duas peças seriam posteriormente recortadas internamente em linha curva; esse procedimento permitiria o movimento da parte interna da peça de metal (Figura 69).

Figura 68 – *Trepante* (1965) do MFAH: marcações semelhantes às feitas por cortes com tesoura (seta)



Crédito: Foto do autor.

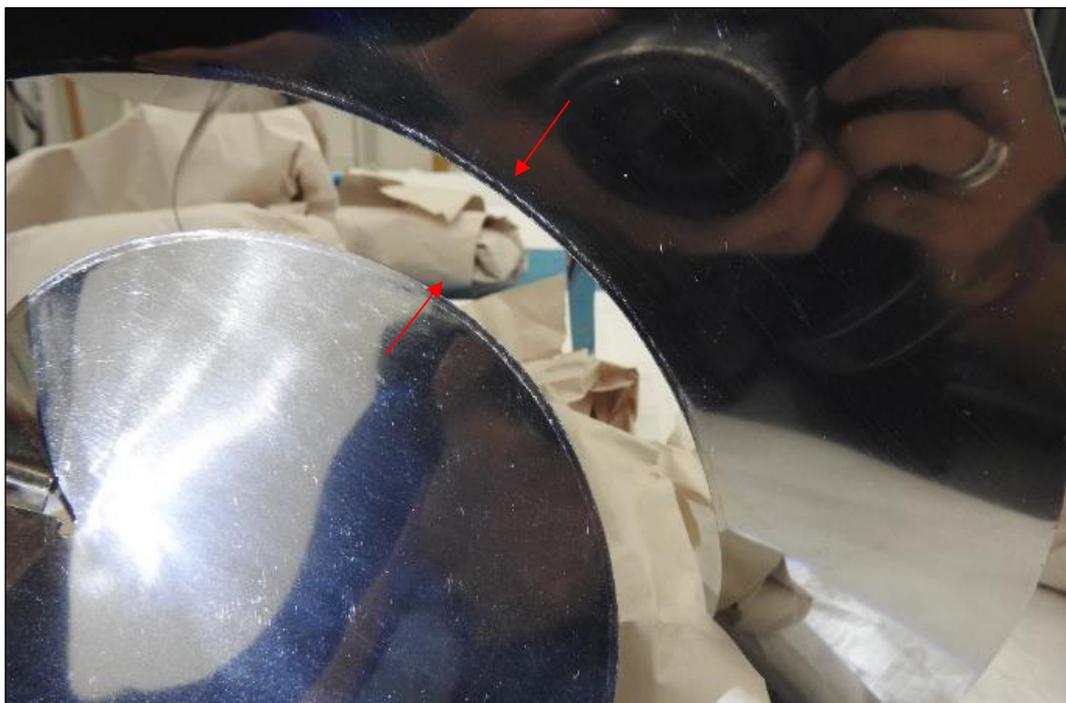
Figura 69 – Modelo de *Trepante* (1965) do MFAH com peças circulares e parte interna (seta)



Fonte: Desenho elaborado pelo autor.

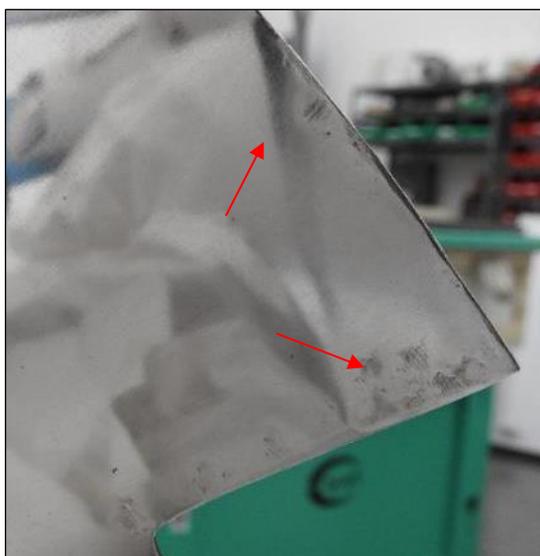
O exame nas bordas da folha indicou marcações que acompanham a forma circular ou a borda interna da folha (Figura 70). Também foram registrados incisões e traços cuja origem se desconhece, como sulcos com três riscos paralelos e profundos (Figura 71).

Figura 70 – *Trepante* (1965) do MFAH e corte com marcações que acompanham a borda da folha



Crédito: Foto do autor.

Figura 71 – *Trepante* (1965) do MFAH com detalhe de sulcos paralelos



Crédito: Foto do autor.

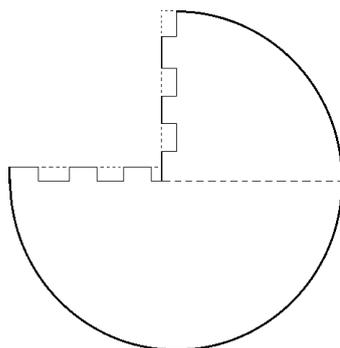
2.2.2 Dobra e Enrolamento

A conformação das ligas por meio de processos de dobra das folhas e enrolamento das bordas ocorreu após a etapa de corte e recorte.

No *Bicho relógio de sol* do MAM-RJ e da Fundação Nemirovsky, a dobra foi aplicada nos quadrantes das duas peças maiores (Figura 72). Na obra do MAM-RJ, o exame visual de uma dobra indicou um ângulo reto (em 90°) ligeiramente aberto, característica que pode indicar uma construção manual (Figura 73). No entanto, na outra peça maior da mesma obra, observou-se um ângulo reto mais preciso.

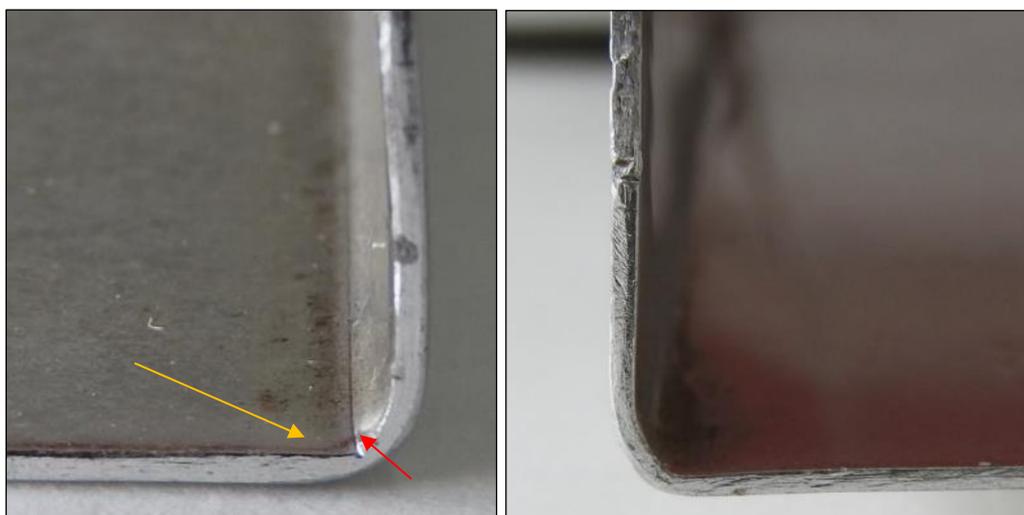
No *Bicho relógio de sol* da Fundação Nemirovsky, a dobra em ângulo reto das duas peças maiores é semelhante e apresenta curvatura muito próxima de um ângulo reto, o que sugere um procedimento padronizado ou uma fabricação mecanizada (Figura 74). Nas obras das coleções do MAM-RJ e da Fundação Nemirovsky, vê-se, nas áreas de dobra, um risco delimitando o local de dobra (Figura 75).

Figura 72 – Modelo de *Bicho relógio de sol* com indicação do quadrante dobrado (pontilhado)



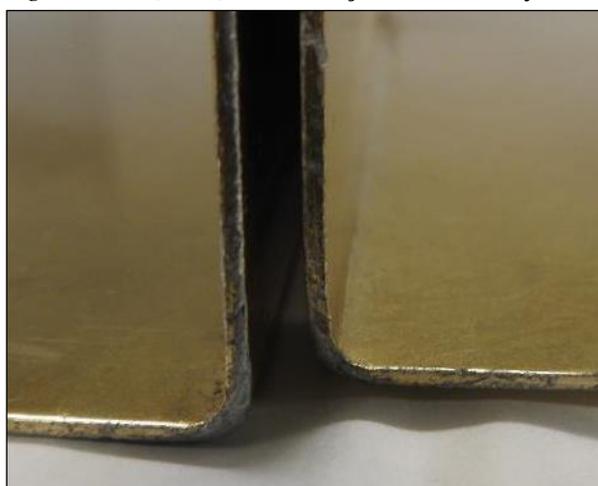
Fonte: Desenho elaborado pelo autor.

Figura 73 – Duas dobras em *Bicho relógio de sol* (1960-63) do MAM-RJ: uma com ângulo reto ligeiramente aberto (seta vermelha) e risco delimitando o quadrante (seta laranja); e outra com ângulo de dobra mais inclinado



Crédito: Foto do autor.

Figura 74 – *Bicho relógio de sol* (1960) da Fundação Nemirovsky com dobra em ângulo reto



Crédito: Foto do autor.

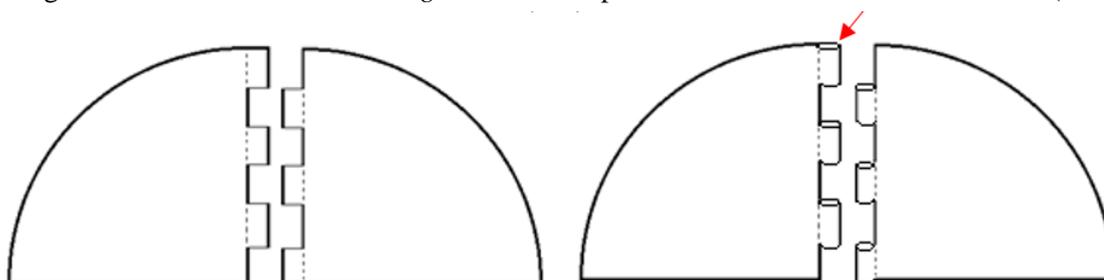
Figura 75 – Linha na área de dobra de um quadrante em *Bicho relógio de sol* (1960) da Fundação Nemirovsky



Crédito: Foto do autor.

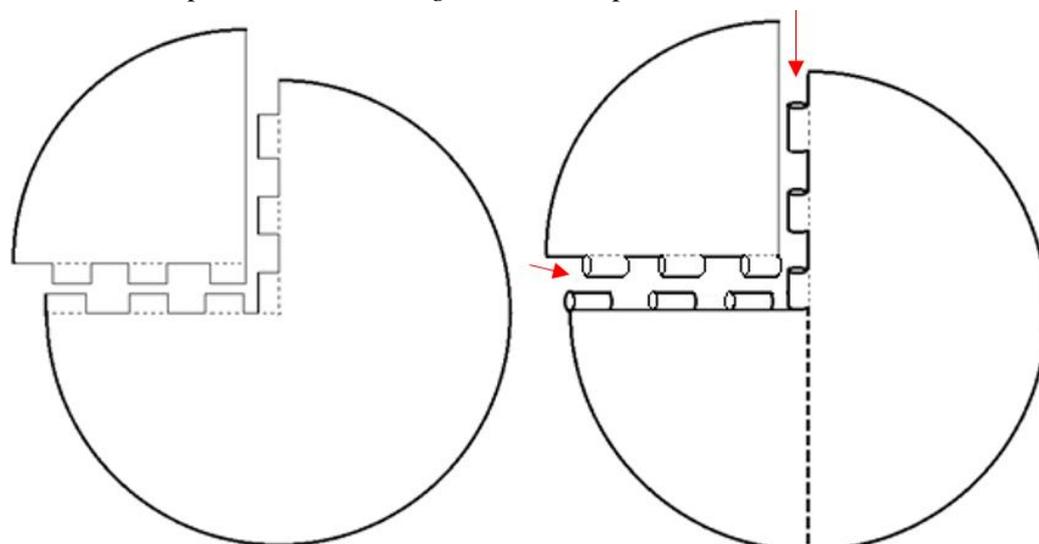
O enrolamento da borda das folhas recortadas, para a produção das articulações, ocorreu em todas as obras da série *Bichos*, exceto em *O antes é o depois*. No *Bicho relógio de sol* do MAM-RJ e da Fundação Nemirovsky, o enrolamento foi aplicado em um dos lados das peças menores e em dois dos lados das peças maiores (Figura 76 e Figura 77). No exame visual da obra do MAM-RJ, notou-se que, de modo geral, as articulações são arredondadas, porém algumas aparentam irregularidades e superfície multifacetada (Figura 78 e Figura 79).

Figura 76 – Modelo de *Bicho relógio de sol* com par recortado e subdivisões enroladas (seta)



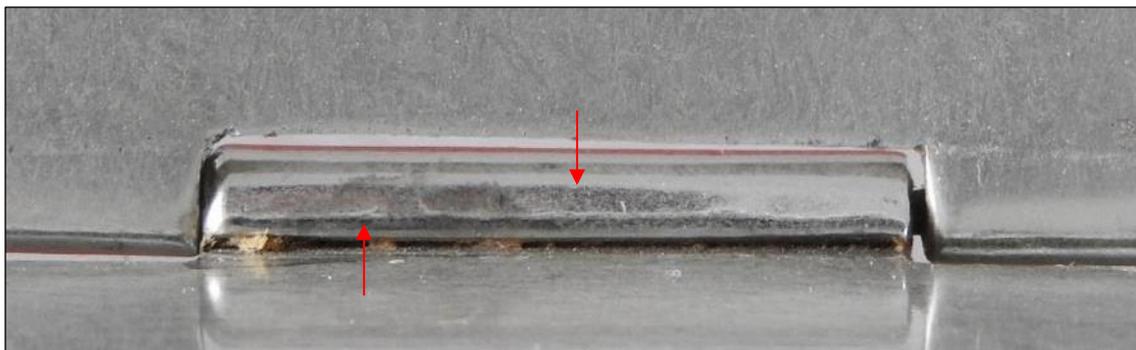
Fonte: Desenho elaborado pelo autor.

Figura 77 – Modelo para série *Bicho relógio de sol* com par recortado e subdivisões enroladas (seta)



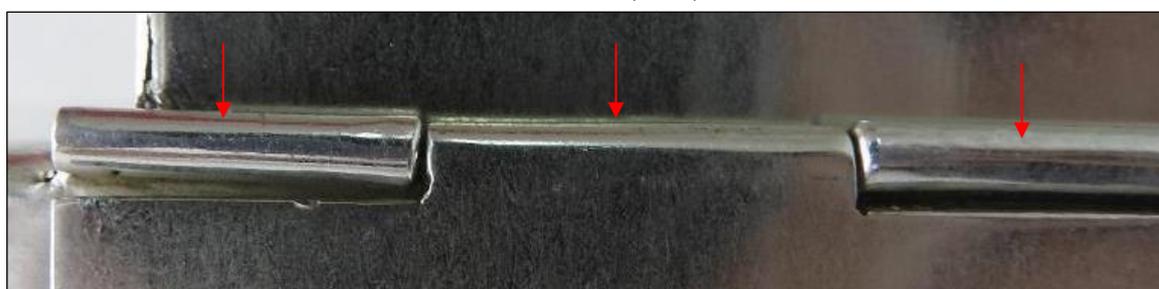
Fonte: Desenho elaborado pelo autor.

Figura 78 – Subdivisão enrolada de *Bicho relógio de sol* (1960-63) do MAM-RJ com superfície irregular (seta)



Crédito: Foto do autor.

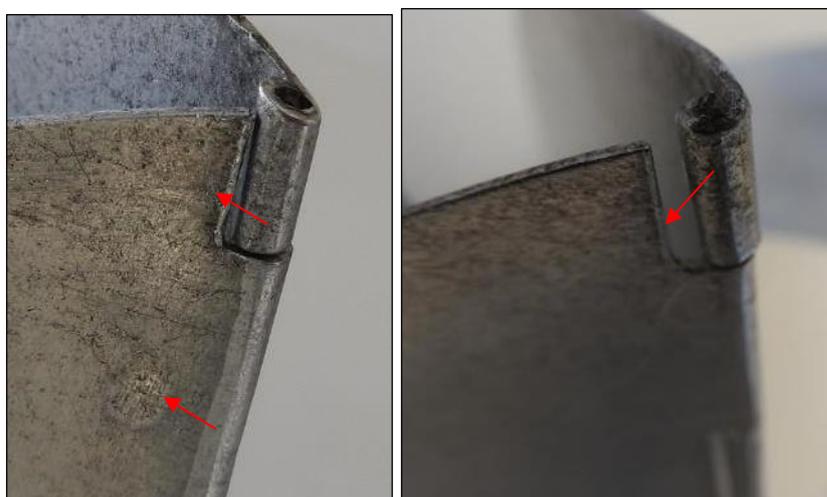
Figura 79 – Subdivisão enrolada de *Bicho relógio de sol* (1960-63) do MAM-RJ com articulação arredondada (setas)



Crédito: Foto do autor.

A presença de áreas regulares e planas no enrolamento das subdivisões também foi observada em algumas peças do *Bicho* (1963) da Coleção Setúbal. Esse aspecto pode indicar uma marca gerada pelo uso de uma máquina para o procedimento de dobra (Figura 80).

Figura 80 – Detalhe de enrolamento de subdivisões e presença de áreas planas (seta vermelha) de *Bicho* (1963) da Coleção Setúbal



Crédito: Foto do autor.

O exame visual da articulação na obra da Fundação Nemirovsky indicou a presença de uma superfície contínua e lisa. Contudo, observaram-se indícios de um enrolamento incompleto, isto é, o diâmetro da articulação é variável: em algumas regiões o enrolamento é mais fechado e em outros, mais aberto. Essa característica sugere que a dobra do metal foi feita manualmente com o auxílio de uma ferramenta como o martelo de borracha (Figura 81).

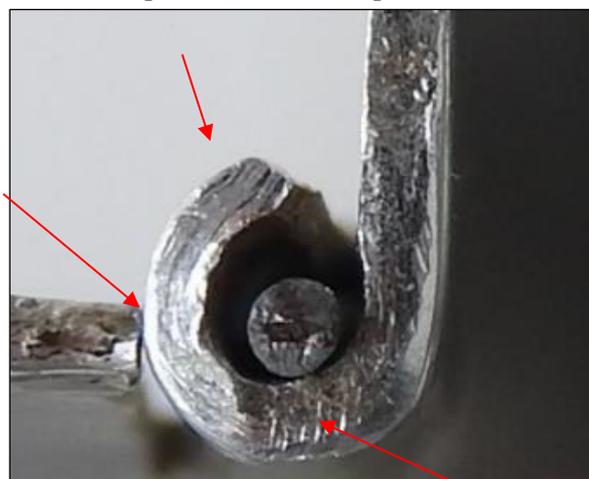
Figura 81 – Enrolamento de *Bicho relógio de sol* (1960) da Fundação Nemirovsky com enrolamento irregular e incompleto (seta)



Crédito: Foto do autor.

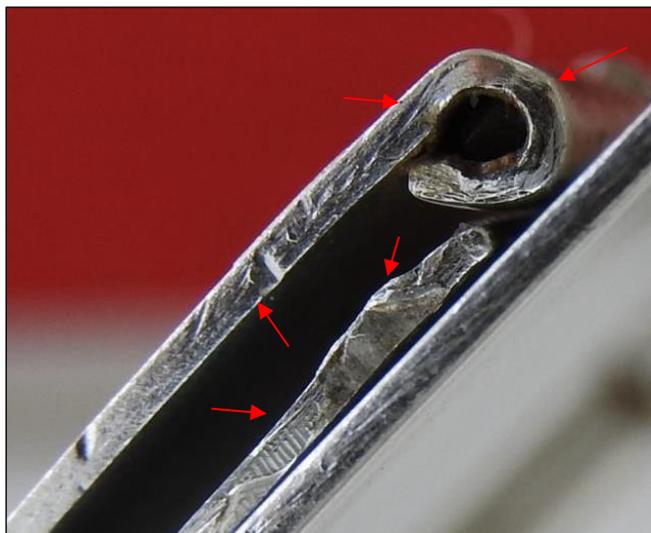
O exame de topo das articulações de *Bicho relógio de sol* do MAM-RJ permitiu observar locais em que o metal enrolado está ligeiramente aberto, a haste não é totalmente envolvida e a espessura da folha apresenta irregularidades superficiais; essa característica pode ser vista em outros locais e indica uma dificuldade no enrolamento do metal (Figura 82). Em outro detalhe de topo da espessura da folha, nota-se a presença diversas marcas (linhas retas paralelas e achatamentos) (Figura 83). Tais aspectos sugerem procedimentos artesanais.

Figura 82 – Em *Bicho relógio de sol* (1960-63) do MAM-RJ, topo na dobradiça indica irregularidades na espessura e folha um pouco aberta



Crédito: Foto do autor.

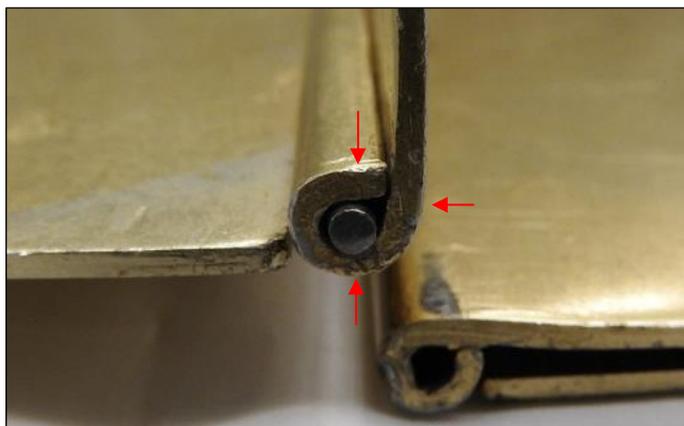
Figura 83 – Em *Bicho relógio de sol* (1960-63) do MAM-RJ, detalhe de topo na espessura das folhas com irregularidade na superfície (setas)



Crédito: Foto do autor.

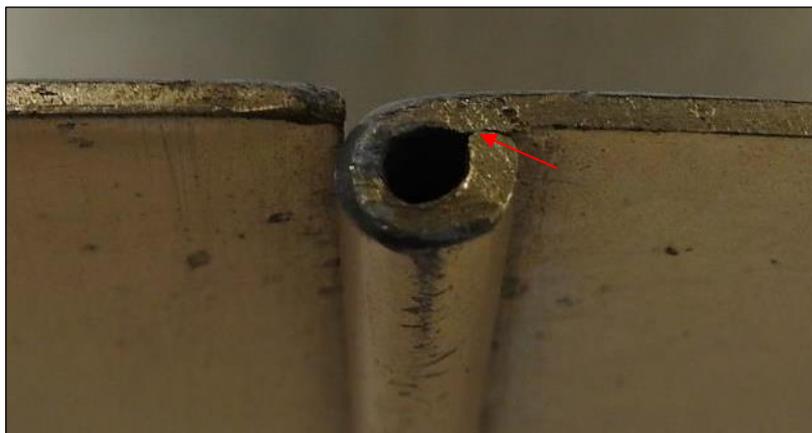
No *Bicho relógio de sol* da Fundação Nemirovsky, a vista de topo da articulação indica uma espessura na borda da folha que varia ligeiramente conforme o local; além disso, a haste está completamente envolvida pela folha, isto é, há pouco espaço entre ambas (Figura 84). Em uma outra área de dobra do recorte, notou-se que a extremidade enrolada se encontrou totalmente com a superfície da peça, a ponto de ligeiramente deformá-la; somado a esse aspecto, percebeu-se um escurecimento com irregularidade na superfície de uma parte do recorte enrolado (Figura 85). Ambos aspectos foram observados em outras áreas com recortes enrolados. Ainda em uma outra área de dobra do recorte, perceberam-se ranhuras ou linhas diagonais na extremidade da articulação (Figura 86).

Figura 84 – Detalhe de topo de articulação de *Bicho relógio de sol* (1960) da Fundação Nemirovsky com variações na espessura (setas)



Crédito: Foto do autor.

Figura 85 – Detalhe de topo de *Bicho relógio de sol* (1960) da Fundação Nemirovsky com deformação na área de encontro da folha (seta)



Crédito: Foto do autor.

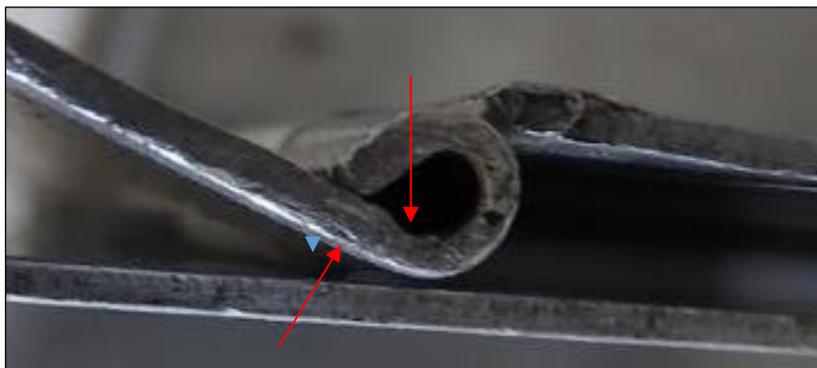
Figura 86 – Detalhe de topo de *Bicho relógio de sol* (1960) da Fundação Nemirovsky com marcações na espessura (seta)



Crédito: Foto do autor.

Em *Bicho* (1963) da Coleção Setúbal, o diâmetro da dobradiça e da haste inserida no seu interior é de, respectivamente, 3 mm e 1,4 mm. O exame visual dessa região possibilitou observar na borda da folha um sutil aprofundamento na sua espessura. Esse aspecto pode sugerir o uso de uma máquina destinada ao enrolamento do metal por prensagem; esse procedimento pode resultar no achatamento da região da folha que esteve em contato com a prensa (Figura 87). Em todas as peças notou-se a presença de um espaço relativamente regular entre as subdivisões enroladas e o recorte. Essa característica pode reforçar o uso de uma máquina para o corte das folhas, procedimento que facilitaria o encaixe preciso entre as folhas (Figura 88).

Figura 87 – Em *Bicho* (1963) da Coleção Setúbal o diâmetro da dobradiça apresenta variações na espessura (seta)



Crédito: Foto do autor.

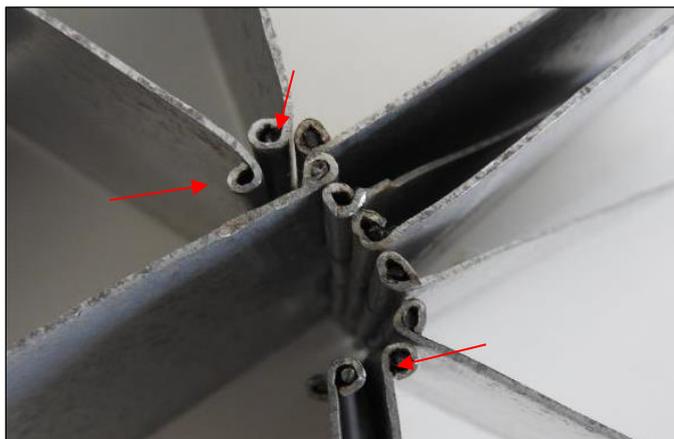
Figura 88 – Espaço regular entre as dobradiças (setas) de *Bicho* (1963) da Coleção Setúbal



Crédito: Foto do autor.

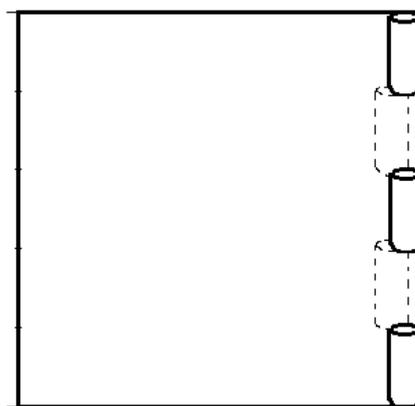
No caso de *Bicho* (1960) da Coleção Setúbal, os lados do quadrado e do triângulo, anteriormente cortados e recortados (incisões), tiveram as suas subdivisões enroladas. A vista de topo dos recortes enrolados possibilitou observar que o diâmetro do tubo formado para a dobradiça varia conforme cada par de peças; porém, de modo geral, o metal está totalmente enrolado (Figura 89). O diâmetro do círculo formado pela subdivisão enrolada é variável, porém em algumas articulações foi possível medir aproximadamente um total de 3,6 mm; as hastes têm diâmetro de 1,2 mm. Entretanto, as subdivisões formadas nas peças foram enroladas em direções contrárias. A situação está ilustrada abaixo: as subdivisões no primeiro plano são visíveis e representadas com linha cheia; as subdivisões enroladas na direção contrária (fundo) são representadas com linha tracejada (Figura 90). Na obra um grupo de três subdivisões é enrolado para um lado e o outro grupo de duas para o outro lado (Figura 91).

Figura 89 – *Bicho* (1960) da Coleção Setúbal com o diâmetro irregular dos círculos e subdivisões totalmente enroladas (seta)



Crédito: Foto do autor.

Figura 90 – Modelo de *Bicho* (1960) da Coleção Setúbal com subdivisões enroladas no primeiro plano (linha cheia) e no plano posterior (linha tracejada)



Fonte: Desenho elaborado pelo autor.

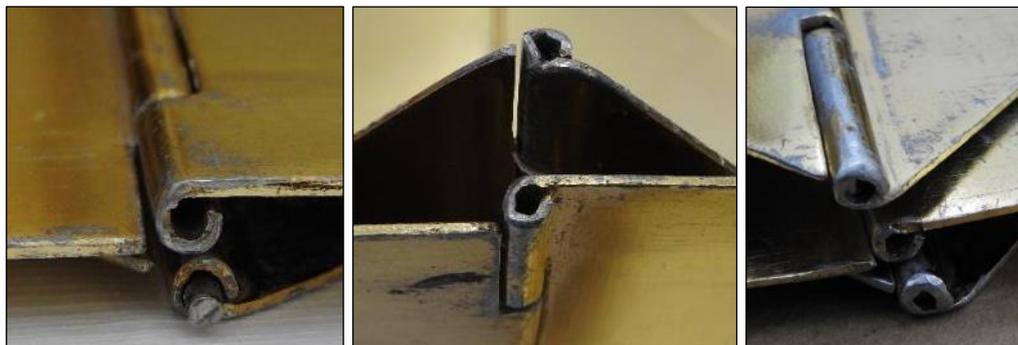
Figura 91 – *Bicho* (1960) da Coleção Setúbal com recortes enrolados: primeiro plano com projeção em direção ao observador (linha contínua) e no plano posterior (seta pontilhada)



Crédito: Foto do autor.

Em *Bicho máquina* (1962) do MFAH, o diâmetro dos recortes enrolados apresenta um formato cilíndrico que varia conforme cada folha, sendo inclusive possível notar um tratamento diferenciado em algumas bordas (Figura 92).

Figura 92 – *Bicho máquina* (1962) do MFAH com vista de topo dos recortes enrolados



Crédito: Foto do autor.

Em *O antes é o depois*, após o corte do metal, as peças foram dobradas. Esse procedimento pode ter sido realizado manualmente sobre uma área de apoio como uma bancada. Na obra as dobras ocorreram em pelo menos três locais (setas) (Figura 93).

Figura 93 – *O antes é o depois* (1963) da Coleção Setúbal com locais de dobra (seta)

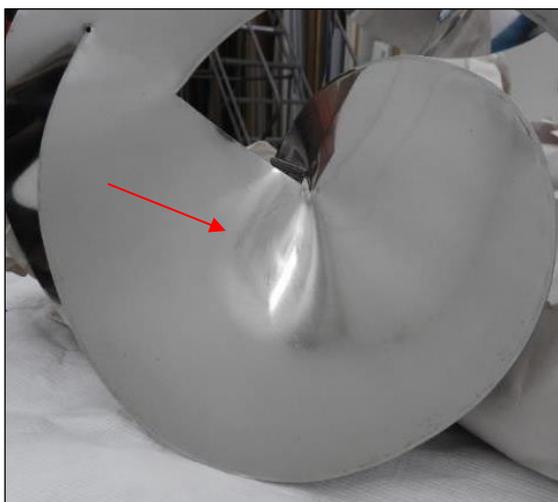


Crédito: Foto do autor.

Após o corte e recorte, as peças foram dobradas em locais específicos. A folha de aço inoxidável é fina e maleável, o que provavelmente facilitou a flexão da folha. O processo foi sutilmente realizado e não há vincos ou marcas de dobra. Para procedimentos como esse, acredita-se que a folha possa ter sido apoiada em uma mesa e levemente dobrada (Figura 94). Após o corte, recorte e dobramento das peças de aço inoxidável, as mesmas foram encaixadas

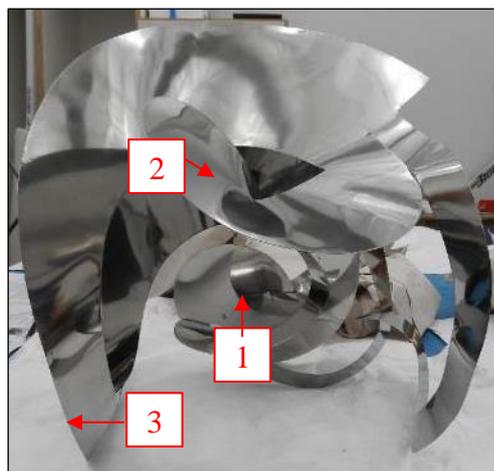
em três pontos. Conforme a imagem exposta abaixo, é possível indicar dois locais centrais (números 1 e 2) e um inferior (número 3) (Figura 95). Os locais centrais apresentam uma dimensão de 3,4 cm, enquanto o local inferior tem 4,8 cm. O primeiro encaixe ocorreu entre a primeira peça circular e a peça que se assemelha a um segmento de reta. O segundo conectou a segunda peça circular e o segmento. Por fim, o terceiro encaixe uniu as duas peças circulares (Figura 96).

Figura 94 – *Trepante* (1965) do MFAH com detalhe de local com dobra (seta)



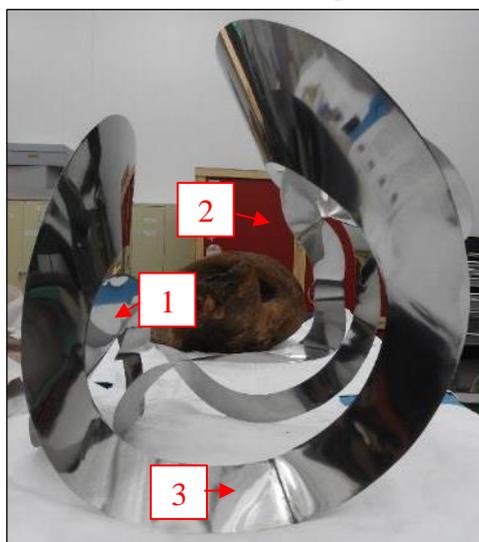
Crédito: Foto do autor.

Figura 95 – *Trepante* (1965) do MFAH com locais em que se observaram os encaixes (números)



Crédito: Foto do autor.

Figura 96 – *Trepante* (1965) do MFAH com locais em que se observaram os encaixes (números)



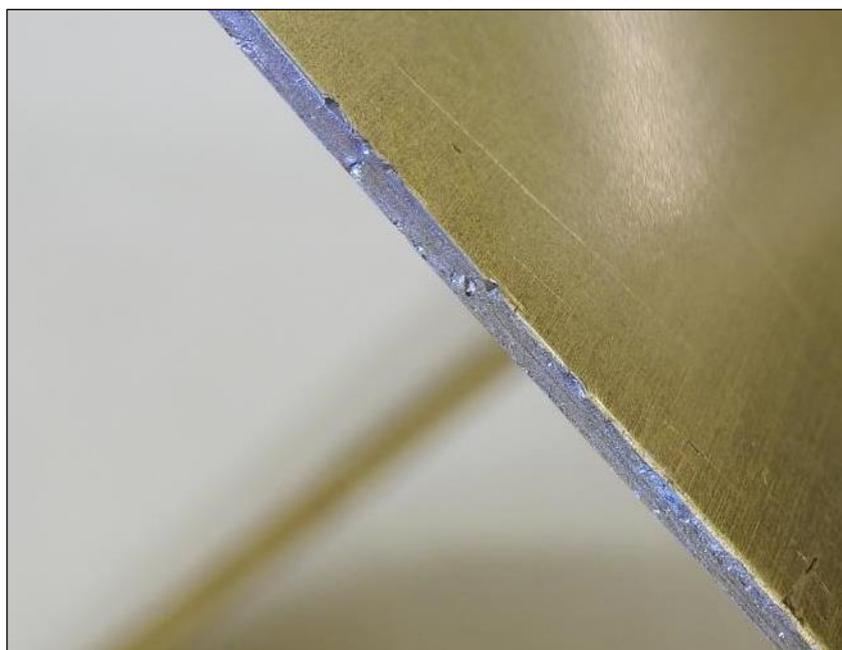
Crédito: Foto do autor.

2.2.3 Anodização

As obras *Bicho relógio de sol* da Fundação Nemirovsky e *Bicho máquina* do MFAH são feitas com ligas de coloração amarela. Essa coloração foi obtida por anodização, técnica de revestimento na qual uma camada superficial protetora é produzida após indução da oxidação do metal. Essa camada de óxidos é geralmente incolor, mas, por ser porosa, pode ser tingida.

Tanto na obra da Fundação Nemirovsky quanto na do MFAH, a anodização ocorreu após o corte das folhas. O exame visual das obras permitiu verificar que o revestimento amarelo está presente não somente na superfície da liga, mas também nas bordas das folhas (Figura 97 e Figura 98).

Figura 97 – *Bicho Relógio do sol* (1960) da Fundação Nemirovsky com revestimento na espessura



Crédito: Foto do autor.

Figura 98 – Revestimento amarelo nas bordas de *Bicho máquina* do MFAH



Crédito: Foto do autor.

2.2.4 Encaixe e Soldagem

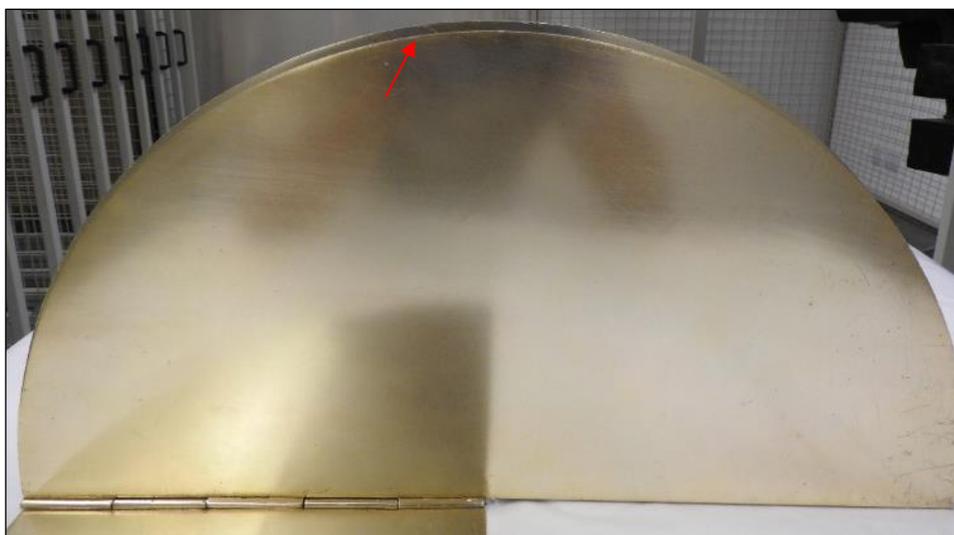
No que diz respeito à montagem das peças e das obras, observou-se que algumas obras apresentaram peças que, aparentemente, indicam um desencontro entre as folhas. A não equivalência entre as áreas das folhas foi verificada na obra do MAM-RJ (Figura 99) e na obra da Fundação Nemirovsky. Essa diferença pode decorrer da escolha de dois processos distintos na etapa de recorte, o que resultou em peças com tamanhos distintos (Figura 100).

Figura 99 – *Bicho relógio de sol* (1960-1963) do MAM-RJ com desencontro das folhas (seta)



Crédito: Foto do autor.

Figura 100 – *Bicho relógio de sol* (1960) da Fundação Nemirovsky com diferenças no tamanho entre as folhas (seta)

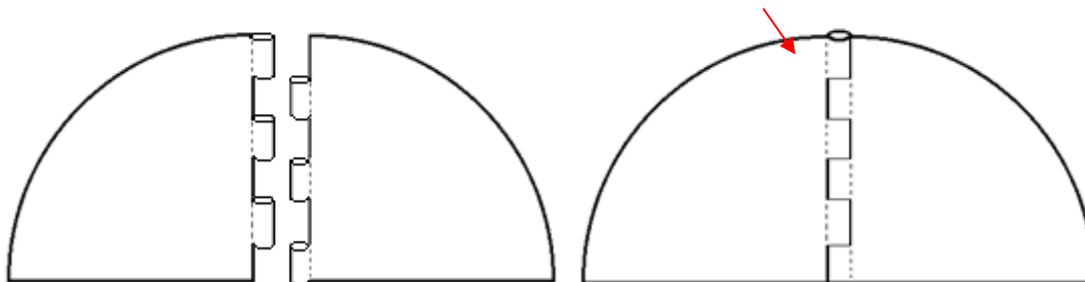


Crédito: Foto do autor.

O encaixe das articulações enroladas de duas peças e a inserção de uma haste metálica no seu interior resultou na formação de uma dobradiça.

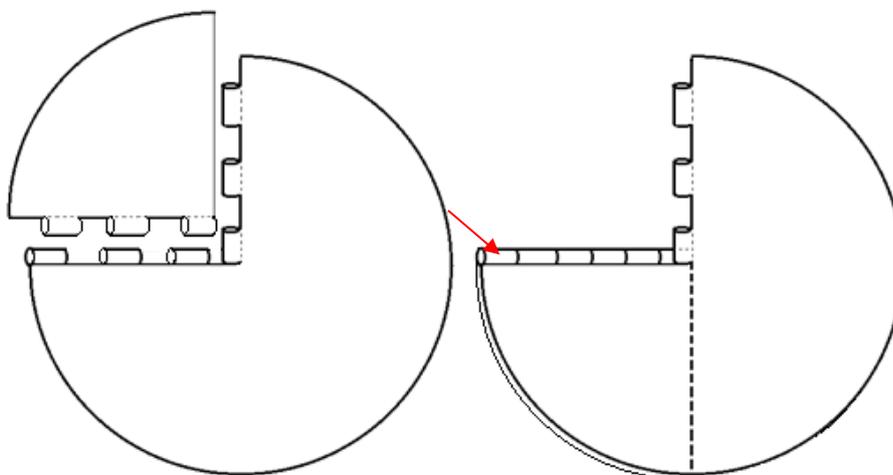
No *Bicho relógio de Sol* do MAM-RJ e da Fundação Nemirovsky, o encontro entre os dois lados enrolados e duas peças permitiu unir duas peças (Figura 101 e Figura 102). Na obra do MAM-RJ, o cilindro da dobradiça tem um diâmetro de aproximadamente 3,5 mm, sendo o diâmetro da haste equivalente a 1,0 mm. Nela, observa-se também o desalinhamento no enrolamento das subdivisões e a presença de recortes com várias dimensões. Esse aspecto pode indicar uma tentativa de adaptar o encaixe das peças para a inserção da haste (Figura 103). Essa particularidade não foi observada no exemplar da Fundação Nemirovsky.

Figura 101 – Modelo de *Bicho relógio de sol* com encaixe de peças menores e formação de dobradiça (seta)



Fonte: Desenho elaborado pelo autor.

Figura 102 – Modelo para série *Bicho relógio de sol* com encaixe entre peça maior, menor no plano posterior (pontilhado) e presença de dobradiça (seta)



Fonte: Desenho elaborado pelo autor.

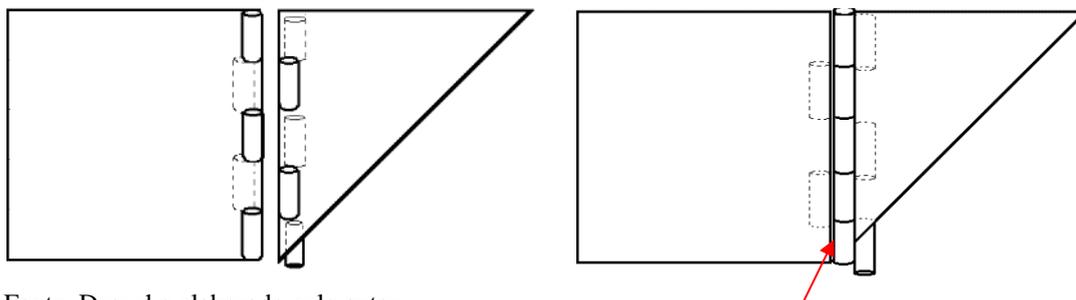
Figura 103 – Em *Bicho relógio de sol* (1960-63) do MAM-RJ, desalinhamento nas subdivisões enroladas e recortes com tamanho distinto



Crédito: Foto do autor.

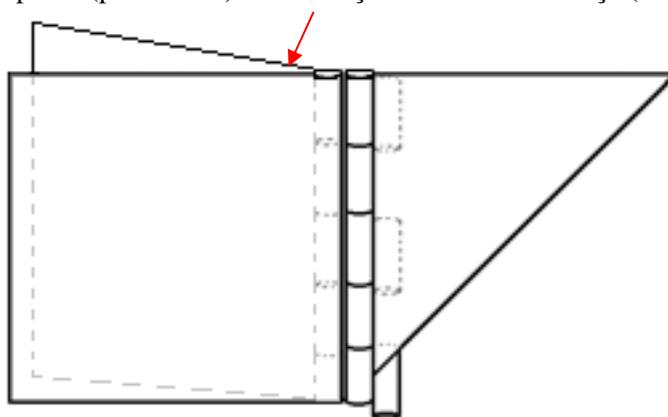
No caso de *Bicho* (1960) da Coleção Setúbal, o enrolamento das subdivisões em sentidos distintos permitiu o encaixe de três peças. Essa situação é ilustrada no modelo abaixo: no primeiro plano, três subdivisões do quadrado se unem a duas do triângulo e formam uma dobradiça (linha cheia) (Figura 104). No segundo plano, duas subdivisões do quadrado, não utilizadas, se unem a três subdivisões de uma outra peça quadrada, formando outra dobradiça (Figura 105).

Figura 104 – Modelo de *Bicho* (1960) da Coleção Setúbal com subdivisões enroladas no primeiro plano (linha cheia), no plano posterior (pontilhado) e a formação de uma dobradiça (seta)



Fonte: Desenho elaborado pelo autor.

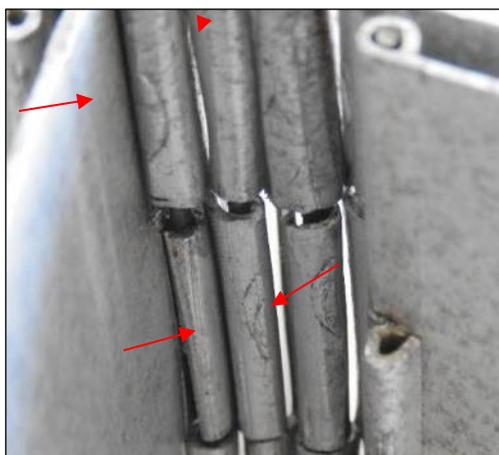
Figura 105 – Modelo de *Bicho* (1960) da Coleção Setúbal com subdivisões enroladas no segundo plano (pontilhado) e a formação de outra dobradiça (seta)



Fonte: Desenho elaborado pelo autor.

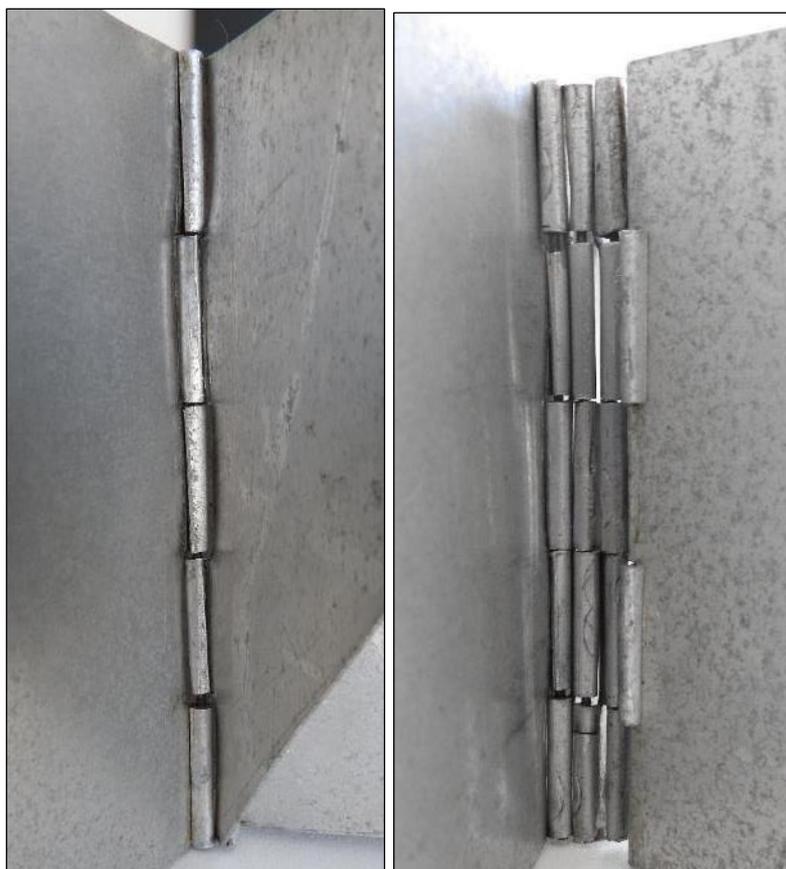
Algumas peças enroladas de *Bicho* (1960) da Coleção Setúbal apresentam nas subdivisões uma incisão em forma semelhante a uma letra “C” (Figura 106). A presença dessa alteração em vários locais pode indicar uma marca formada após o uso de uma ferramenta, como um alicate, para dobrar as subdivisões uma para cada lado. A obra também apresenta, em algumas dobradiças, subdivisões com tamanhos distintos e recortes iniciados, mas em seguida, interrompidos; além disso, é possível perceber após o enrolamento do metal o desalinhamento do conjunto. Esses aspectos podem indicar que o procedimento adotado no corte e na dobra foi feito artesanalmente, isto é, sem o uso de máquinas (Figura 107).

Figura 106 – Subdivisões enroladas e incisões com forma da letra “C” em *Bicho* (1960) da Coleção Setúbal



Crédito: Foto do autor.

Figura 107 – *Bicho* (1960) da Coleção Setúbal com tamanhos distintos, recortes interrompidos e subdivisões desalinhadas

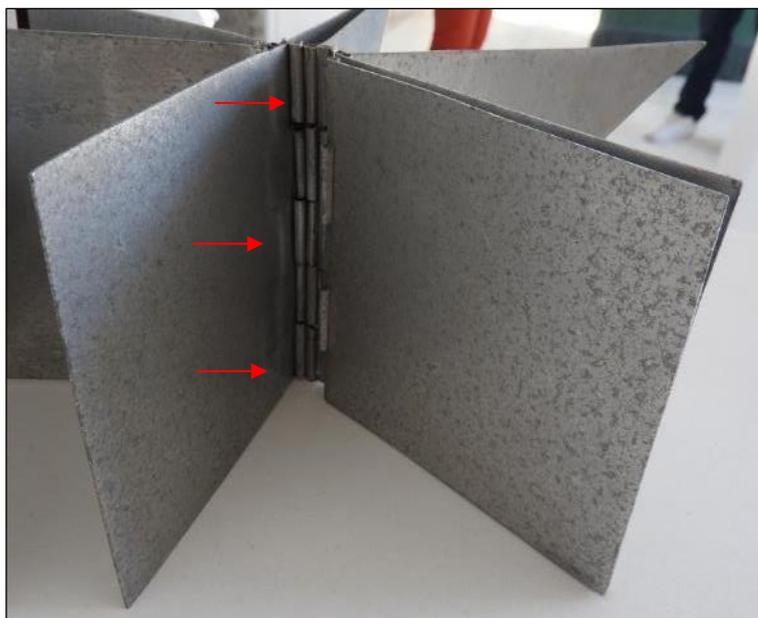


Crédito: Foto do autor.

A montagem das peças de *Bicho* (1960) foi organizada da seguinte forma: uma peça quadrada central une de um lado três peças e do outro nove peças, nenhuma delas numerada. Cada peça está conectada a outras duas, tendo em vista que, de modo geral, cada folha apresenta um lado recortado com cinco subdivisões, sendo três enroladas para uma direção e duas para a

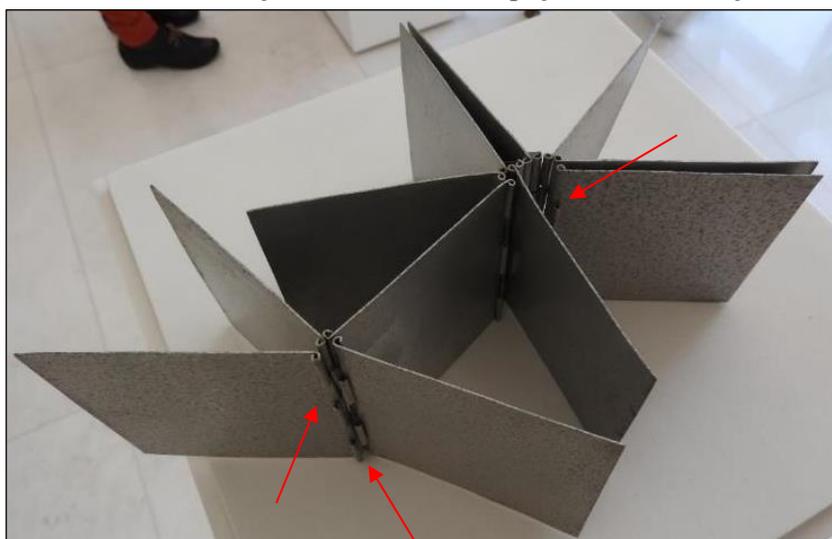
outra. Essa organização, no entanto, é modificada na peça quadrada central, já que dois dos seus lados são recortados; isso faz com que essa peça possa estar unida a outras quatro. Em três peças, esse padrão de organização é alterado: elas estão unidas a somente uma outra peça e parte das subdivisões enroladas não foi utilizada (Figura 108 e Figura 109). As 13 peças não apresentam qualquer marcação numérica que as identifique. Contudo, para fins didáticos, foi feita a identificação abaixo (Figura 110).

Figura 108 – *Bicho* (1960) da Coleção Setúbal com peça com subdivisões enroladas que não foram utilizadas (seta)



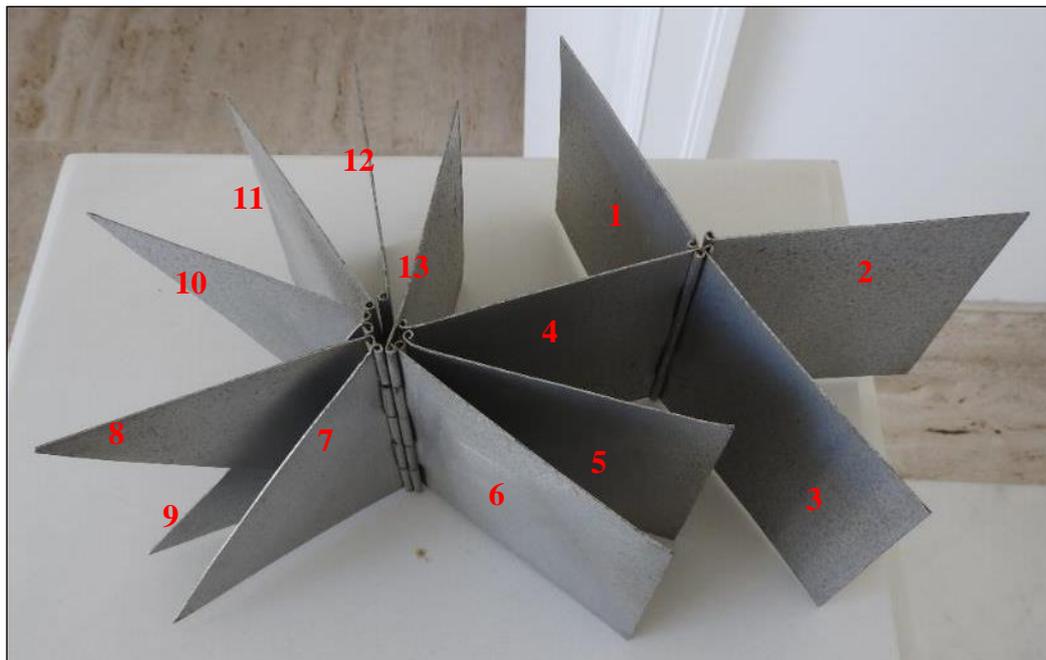
Crédito: Foto do autor.

Figura 109 – *Bicho* (1960) da Coleção Setúbal com três peças com dobradiças incompletas (setas)



Crédito: Foto do autor.

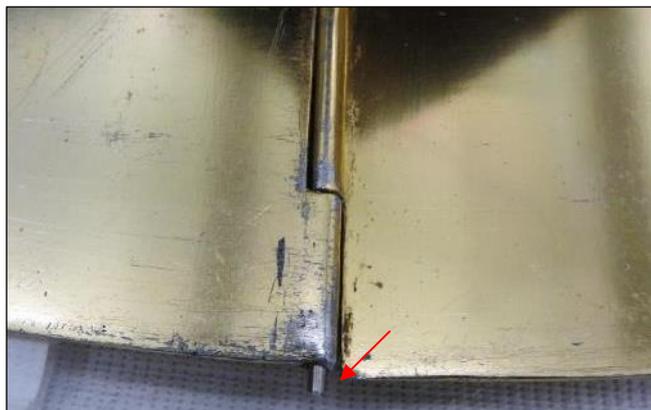
Figura 110 – *Bicho* (1960) da Coleção Setúbal com a indicação de cada uma das 13 peças



Crédito: Foto do autor.

A montagem da obra *Bicho máquina* do MFAH foi realizada através da introdução de uma haste no interior dos dois lados recortados e enrolados; essas estruturas estão próximas às folhas enroladas e há pouco espaço entre os dois materiais (Figura 111). Em alguns locais é possível verificar a haste fora da dobradiça (Figura 112). A realização desse processo permitiu formar uma dobradiça. Nas dobradiças verificou-se, em alguns locais, a presença de lacunas no lado da altura das folhas enroladas. Esse aspecto pode tanto indicar uma adaptação posterior no tamanho dos recortes como a movimentação de uma das folhas e o desalinhamento da dobradiça (Figura 113).

Figura 111 – Haste no interior da dobradiça (seta) no *Bicho máquina* (1962) do MFAH



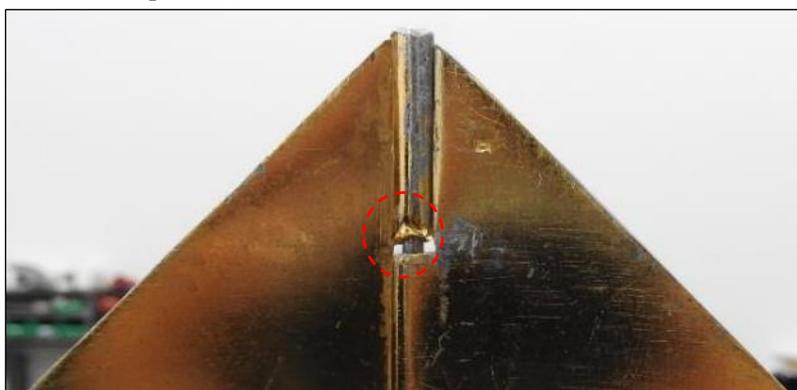
Crédito: Foto do autor.

Figura 112 – Proximidade entre a haste e a dobradiça (círculo) no *Bicho máquina* (1962) do MFAH



Crédito: Foto do autor.

Figura 113 – *Bicho máquina* (1962) do MFAH com lacuna no recorte (círculo pontilhado)



Crédito: Foto do autor.

A montagem da obra *O antes é o depois* ocorreu de modo distinto do observado nas demais. O exame visual da peça indicou que a junção ou a montagem entre as duas folhas ocorreu pelo encontro dos dois semicírculos; não foi observada nenhuma dobra e acredita-se que o encaixe é feito somente pelo contato e atrito entre as peças no local indicado pela seta (Figura 114).

Além do encaixe por contato, acredita-se que uma segunda junção com dobra foi feita por meio da união física (dobra) e química (solda) entre as duas peças. A primeira ocorreu, conforme manual de fabricação de metais, por meio de uma “costura acanelada” (GRONEMAN; FEIRER, 1967, p. 161). Esse procedimento demanda o uso de instrumentos como um entalhador manual, um martelo de pena e uma bigorna de latoeiro ou o topo de uma bancada. O processo não costuma demandar o uso de soldas, isto é, pode funcionar somente

por meio de deformação mecânica. Na obra *O antes é o depois*, identificou-se com o EDXRF o uso de solda com uma costura do tipo acanelada (Figura 115).

Figura 114 – *O antes é o depois* (1963) da Coleção Setúbal com identificação de local com encaixe por contato (seta)



Crédito: Foto do autor.

Figura 115 – *O antes é o depois* (1963) da Coleção Setúbal com junção por costura acanelada



Crédito: Foto do autor.

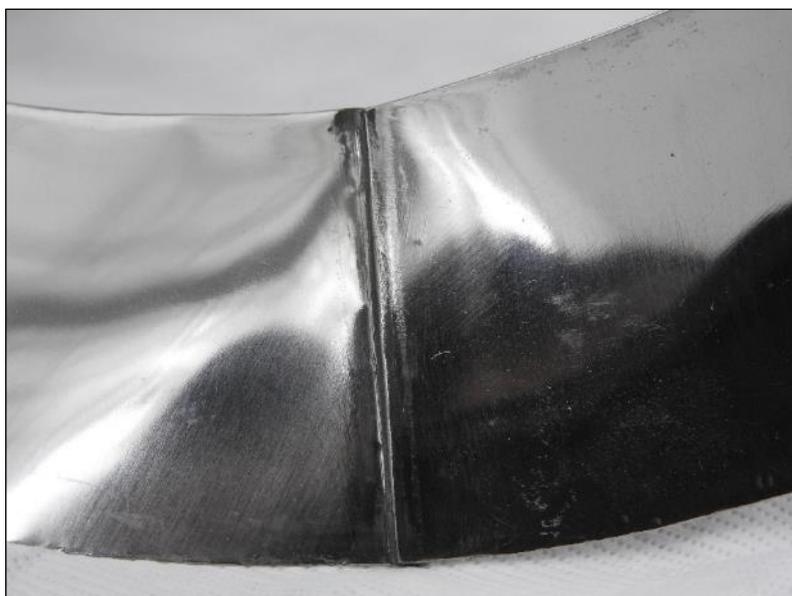
No *Trepante* (1965) do MFAH o tipo de dobra utilizada no encaixe das suas três peças é semelhante à identificada em *O antes é o depois*, por “costura acanelada” (GRONEMAN; FEIRER, 1967, p. 161) (Figura 116 e Figura 117). A análise com o EDXRF, no entanto, não identificou os elementos comuns à ligas utilizadas em solda. Esse resultado indica que não houve o uso de solda no *Trepante* do MFAH e que o encaixe foi feito por meio de métodos mecânicos.

Figura 116 – Detalhe de encaixe por costura acanelada em *Trepante* do MFAH.



Crédito: Foto de Corina Roggae.

Figura 117 – Detalhe da costura acanelada em *Trepante* (1965) do MFAH



Crédito: Foto do autor.

Finalmente, após a montagem da peça em aço inoxidável que faz parte do *Trepante*, a peça em madeira foi inserida no seu interior. Como resultado da tensão e pressão entre essas duas peças, é possível observar três marcações no bloco em madeira, sendo duas indicadas abaixo (Figura 118).

Figura 118 – Detalhe de duas marcações na peça em madeira de *Trepante* (1965) do MFAH.



Crédito: Foto do autor.

O exame visual permitiu apresentar as obras selecionadas para essa pesquisa e descrever suas principais características. Porém esse método não é suficiente para determinar os elementos químicos presentes nos metais utilizados nas obras. Sendo assim, prossegue-se com o estudo dos elementos que compõem as ligas, informação que pode ser obtida analiticamente com equipamento de EDXRF.

CAPÍTULO 3 – ANÁLISE ELEMENTAR DAS LIGAS METÁLICAS NAS OBRAS EM ESTUDO: DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este capítulo apresenta e discute os resultados das análises dos elementos metálicos empregados nas obras da artista Lygia Clark. A primeira parte dessa seção reúne aspectos a serem considerados durante o exame visual de obras em metal; esses foram amplamente utilizados durante o estudo das obras selecionadas. Em seguida, são apresentados os resultados das análises realizadas pelo equipamento de Fluorescência de Raios-X por Energia Dispersiva (EDXRF) com as obras em ligas de alumínio (*Bicho*, 1963; *Bicho*, 1960; *Bicho relógio de sol*, 1960; *Bicho máquina*, 1962) e em aço inoxidável (*Trepante*, 1965 e *O antes é o depois*, 1963). A relação dos elementos encontrados para cada obra foi organizada em gráficos e os resultados foram contextualizados conforme os prováveis tipos de liga de alumínio ou aço inoxidável disponíveis para uso.

3.1 Aspectos a serem considerados no exame visual de obras em metal

O exame visual das obras em metal de Lygia Clark deu início a todas as investigações desta pesquisa. Esse método é relevante para direcionar questionamentos relativos aos materiais que foram ou não empregados, as ferramentas utilizadas na construção da obra, suas etapas e a sua ordem. Essas e outras informações como as condições passadas de exposição (no relento, em exposição, na reserva técnica ou na embalagem) e a presença de danos e/ou alterações permitem ainda supor quais as causas de deterioração mais relevantes.

Nas obras *Bicho* (1963); *Bicho* (1960); *Bicho relógio de sol* (1960); *Bicho máquina* (1962) e *Trepante* (1965) e *O antes é o depois* (1963), a cor do metal e dos seus produtos de corrosão foi muito semelhante. Além disso, não foi observada a presença de magnetismo nos metais, propriedade comum nas peças de alumínio, mas presente em somente um tipo de aço inoxidável: o austenítico. Essas duas propriedades não foram suficientes para distinguir qual material foi utilizado, porém foi possível dividir as obras conforme o brilho da superfície e a espessura das folhas.

O exame visual não permitiu definir qual a natureza das ligas metálicas: se eram ferrosas, como as ligas de aço inoxidável, ou não ferrosas, como as ligas de alumínio. Tendo em vista que não foi possível determinar o material empregado nas obras, que não poderiam ser deslocadas de seu local de origem e que a remoção de amostras não era viável pelo valor e pela condição estável das obras, optou-se por utilizar um equipamento portátil de Fluorescência de

Raios-X por Energia Dispersiva (EDXRF). Esse instrumento é superficial, não destrutivo (a remoção de amostra não é necessária) e permite identificar os elementos que compõem uma liga metálica. Os principais aspectos do exame de Fluorescência de Raios-X são resumidos no quadro abaixo (Quadro 8).

Quadro 8 – Técnicas utilizadas para a análise das obras em metal⁶⁵

Técnica	Informações gerais	Ensaio
Fluorescência de Raios-X	<p>Objetivo: determinar a natureza da liga metálica.</p> <p>Princípio: tubo anódico de Ródio (Rh) emite fluorescência que excita elétrons dos elementos metálicos da liga para outras camadas. Ao retornarem para sua camada original, os elétrons emitem quantidades específicas de energia que podem ser identificadas.</p> <p>Instrumentos: equipamento portátil de Fluorescência de Raios-X por Energia Dispersiva (EDXRF) realiza a medição dos elementos metálicos que compõem a liga (números atômicos superiores ao do sódio); essa análise limita-se à superfície do metal.</p> <p>No Brasil utilizou-se um equipamento de EDXRF da Bruker S1 TITAN Modelo 800 com tubo anódico de Ródio (Rh) e banco de referência com as principais ligas comerciais; as coletas foram feitas com uma tensão de 15 kV, corrente de 44 µA com um tempo de 30 segundos. Nas obras do MFAH, outro modelo de EDXRF da Bruker foi empregado: o TRACER III-V com tubo anódico também de Ródio (Rh); as coletas foram feitas com uma tensão de 40kV, corrente de 14µA com um tempo de 180 segundos.</p> <p>Procedimento: em áreas pré-definidas durante o exame visual foram feitas coletas de modo que cada folha teve uma medição para identificar o metal base. Nas obras com revestimento, procurou-se realizar a medição de áreas com e sem cobertura. Nas obras com possibilidade de uso de solda, realizou-se medições nas áreas de junção.</p>	<p>Não destrutivo</p>

Fonte: Elaborado pelo autor.

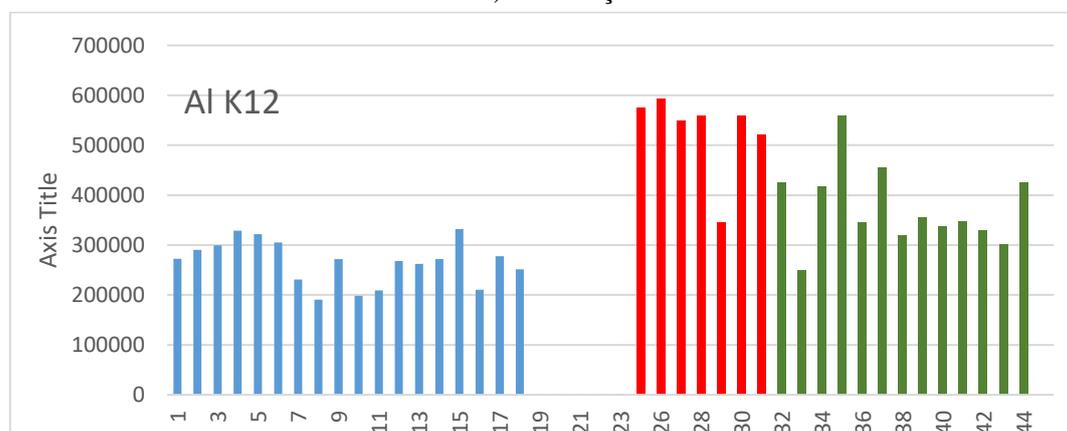
3.2 Ligas de alumínio: elementos de liga encontrados nas obras

A análise elementar superficial com equipamento portátil de Fluorescência de Raios-X por Energia Dispersiva (EDXRF) permitiu constatar que as obras *Bicho* (1960) e *Bicho* (1963) da Coleção Rose e Alfredo Setúbal (Coleção Setúbal), *Bicho (máquina)* (1962) do *Museum of Fine Arts – Houston* (MFAH) e *Bicho relógio de sol* (1960) da Fundação José e Paulina Nemirovsky (Fundação Nemirovsky) foram feitas com ligas de alumínio. A distribuição do

⁶⁵ Outros métodos analíticos indicados para ligas metálicas podem informar os elementos presentes ou a composição da liga, a composição dos produtos de corrosão, aspectos relativos à metalurgia e à fabricação, revestimentos superficiais, entre outros aspectos. Para se aprofundar em outras técnicas e exames ver: WHAN, 1998, p. 14; COSTA, 2019; SELWYN, 2004.

elemento alumínio nas obras estudadas pode ser vista no gráfico abaixo com as medições realizadas (eixo X) e a contagem do pulso por segundo (CPS) (eixo Y) (Gráfico 1).

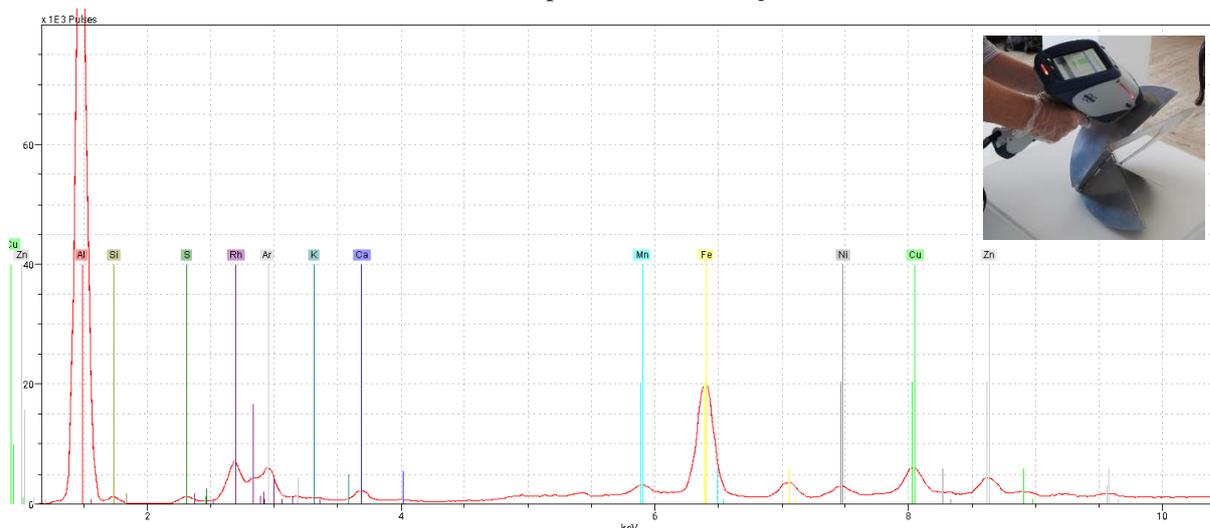
Gráfico 1 – Distribuição do elemento alumínio (Al) nas obras *Bicho relógio de sol* (1960-Azul) da Fundação Nemirovsky; *O antes é o depois* (1963-Amarelo), *Bicho* (1963-Vermelho) e *Bicho* (1960-Verde) da Coleção Setúbal



Fonte: Elaborado a partir de dados do autor.

O resultado do EDXRF para a obra *Bicho* (1963) da Coleção Setúbal apresentou o aspecto indicado abaixo (Tabela 1). O local escolhido para a medição foi a face posterior da folha gravada com o número “8”; o registro foi feito no canto superior.

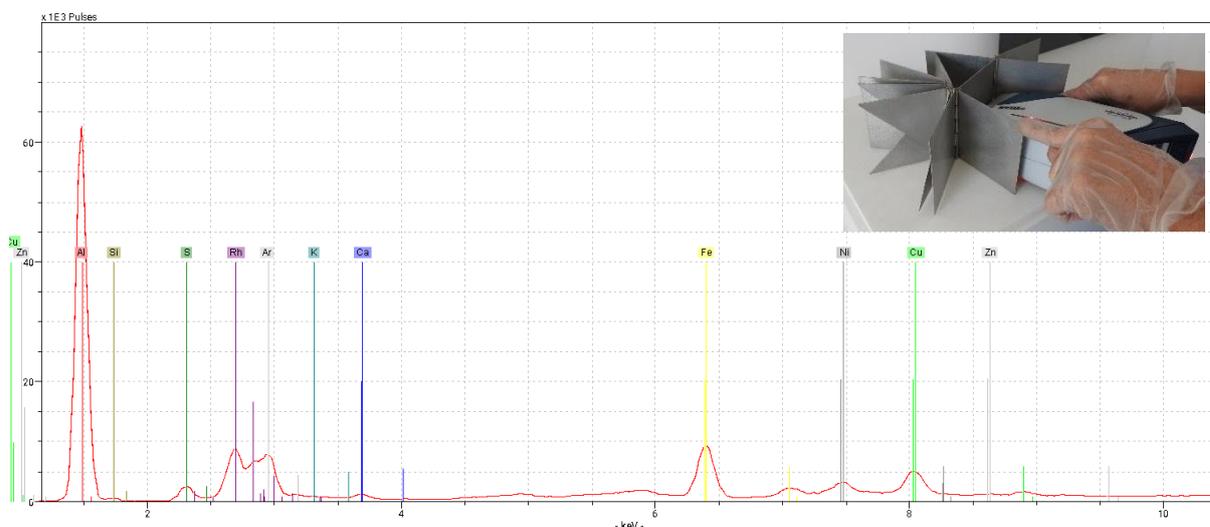
Tabela 1 – Identificação de elementos de liga por EDXRF para *Bicho* (1963), 8 peças, dimensão de 28 x 30 x 20 cm, chapa de 1 mm, Coleção Setúbal.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Na obra *Bicho* (1960) da Coleção Setúbal, que não apresenta numeração nas folhas, a medição foi realizada no centro da chapa quadrada central (ver descrição utilizada no capítulo 3). O resultado encontrado para essa medição pode ser visualizado abaixo (Tabela 2).

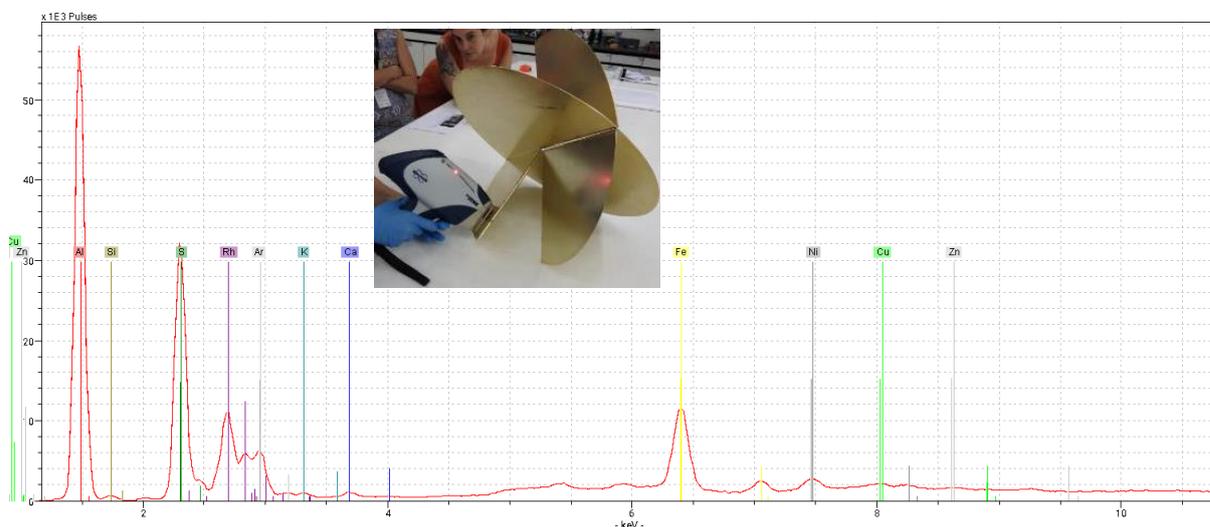
Tabela 2 – Identificação de elementos de liga por EDXRF para *Bicho* (1960), 13 peças, dimensão de 10 x 30 x 20 cm, chapa de 1 mm, Coleção Setúbal.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Na obra *Bicho Relógio do sol* (1960) da Fundação Nemirovsky, que tampouco possui as folhas numeradas, a coleta ocorreu na folha de maior tamanho sem desgaste; os resultados obtidos podem ser visualizados abaixo (Tabela 3).

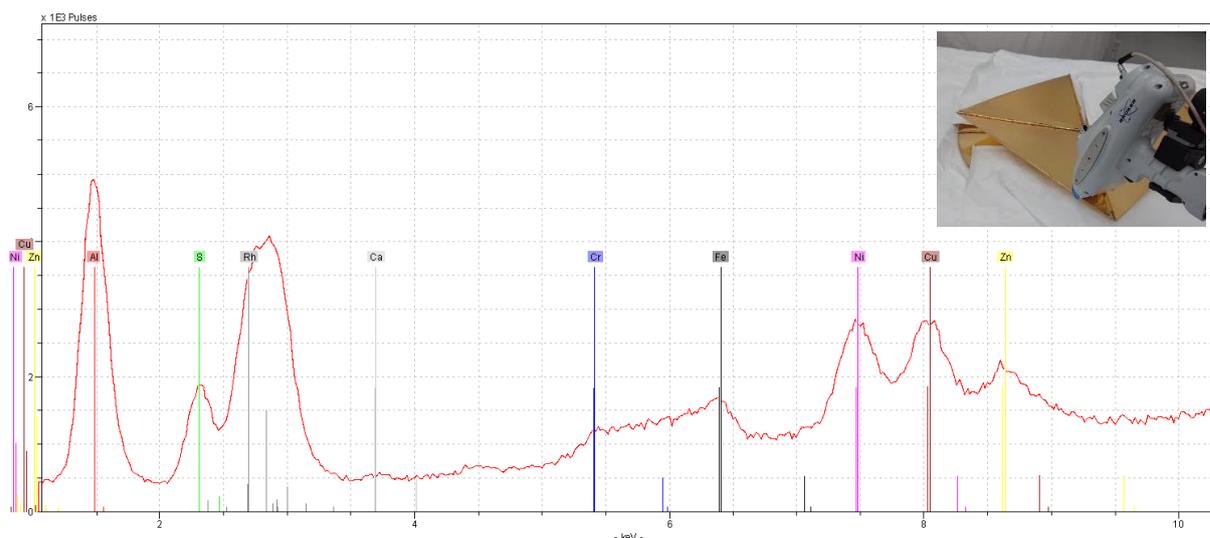
Tabela 3 – Identificação de elementos de liga por EDXRF para *Bicho Relógio do sol* (1960), 4 peças, dimensão de Ø 50 cm, chapa de 1,2 mm, Fundação Nemirovsky.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Na obra *Bicho (máquina)* (1962) do MFAH a medição feita na face posterior da folha de número “14”, no canto inferior da folha triangular (Tabela 4).

Tabela 4 – Identificação de elementos de liga por EDXRF para *Bicho (máquina)* (1962), 24 peças, dimensão de 90 x 60 cm, chapa de 1,3 mm, MFAH.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Além disso, foi possível comparar a presença de cada um dos elementos identificados entre as obras e verificar se há semelhanças ou diferenças entre as ligas. Entretanto, não é o nosso objetivo determinar quais foram as ligas usadas pela artista. Nas obras articuladas, além da liga utilizada nas folhas, observou-se uma liga magnetizável nas hastes; esse material não foi identificado com o EDXRF devido ao seu tamanho reduzido e o seu acesso limitado. Os resultados das quatro obras são apresentados resumidamente no quadro abaixo (Quadro 9).

Quadro 9 – Elementos metálicos encontrados nas obras em alumínio e ligas sugeridas pelo EDXRF

Obra	Elementos identificados ⁶⁶
<i>Bicho</i> (1963) da Coleção Setúbal	Al, Si, S, K, Ca, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn
<i>Bicho</i> (1960) da Coleção Setúbal	Al, Si, S, Cl, K, Ca, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn
<i>Bicho relógio de sol</i> (1960) da Fundação Nemirovsky	Al, Si, S, K, Ca, Fe, Ni, Cu, Zn
<i>Bicho (máquina)</i> (1962) do MFAH	Al, S, Ca, Fe, Ni, Cu, Zn

Fonte: Elaborada a partir de dados do autor.

Conforme verificado no quadro anterior, as ligas de alumínio correspondem a materiais compostos por mais de um elemento químico. A introdução de outros elementos no alumínio visa, principalmente, a aumentar a sua resistência mecânica.

⁶⁶ Alguns elementos, como por exemplo o Ródio (Rh), são observados nos espectros de Fluorescência de Raios-X, pois decorrem do próprio tubo anódico do equipamento que também floresce quando submetido ao feixe energético (SHUGAR; MASS, 2012, p. 32). Além desse elemento, também é comum identificar os gases presentes na atmosfera, como por exemplo o argônio (Ar); ambos devem ser desconsiderados.

As ligas de alumínio podem ser classificadas conforme o método de fabricação empregado. Nas ligas trabalhadas recorre-se a processos de conformação mecânica, isto é, deformações plásticas na estrutura metálica que podem ocorrer a frio ou a quente. A conformação plástica permite a obtenção de chapas, folhas ou lâminas por meio da laminação, de tubos pela extrusão, de barras e fios pela trefilação, além de outras peças com formas complexas obtidas pela combinação de processos de dobra e enrolamento, por exemplo. Nas ligas de alumínio fundido as peças são obtidas por meio da fusão do metal que é vertido em um molde. Tendo em vista que as obras selecionadas são constituídas por folhas de alumínio e de aço inoxidável, focaremos nosso estudo nas ligas metálicas trabalhadas.

As ligas de alumínio trabalhadas podem ser classificadas utilizando uma nomenclatura específica que informa os elementos de liga utilizados. A *Aluminum Association* (AA) propôs na década de 1950 um sistema para designar as ligas de alumínio que até hoje é aceito e utilizado; esse sistema utiliza quatro dígitos numéricos e sufixos e prefixos para informar os elementos de liga presentes no alumínio.

A liga de alumínio com no mínimo 99,00% de pureza, por exemplo, é identificada pelo grupo 1xxx e é comercialmente identificada como alumínio puro. Para cada elemento adicionado um conjunto de características específicas é adquirida. Cada série deve ser escolhida conforme aplicações e critérios específicos. Além disso, cada material pode ser indicado para mais de uma função (Quadro 10).

Quadro 10 – Classificação das ligas de alumínio com possibilidade de tratamento térmico (TT) ou não (NTT), elementos majoritários, aplicação e propriedades

Grupo	Elemento(s) majoritário(s)	Aplicação (A), Propriedades (P), Exemplos (Ex.)
1xxx (NTT)	Alumínio (Al) comercialmente puro (> 99% Al)	A: Em embalagens, em materiais com polimento de alto lustre e na indústria elétrica e química; também são utilizados em painéis, utensílios domésticos e luminárias. P: Trabalhabilidade, excelente resistência à corrosão, condutividade térmica e elétrica. Ex.: 1200, 1100.
2xxx (TT)	Cobre (Cu)	A: Em aviões e na estrutura de caminhões. P: Resistência mecânica e baixa resistência à corrosão. Ex.: 2024, 2214.
3xxx (NTT)	Manganês (Mn)	A: Em utensílios domésticos, latas de bebida, em equipamentos eletrônicos e em coberturas. P: Alta formabilidade e resistência à corrosão. Ex.: 3105, 3003.
4xxx (NTT)	Silício (Si)	A: Em peças forjadas e para enchimento de solda. P: Baixo ponto de fusão sem fragilidade. Ex.:
5xxx (NTT)	Magnésio (Mg)	A: Em materiais de construção, barcos, elementos arquitetônicos e decorativos e tanques criogênicos. P: Resistência à corrosão marítima, soldabilidade e usinabilidade. Ex.: 5052, 5083.

6xxx (TT)	Magnésio e o silício	A: Em quadro de bicicletas, estruturas de pontes e edifícios, oleodutos e vagões ferroviários. P: Resistência à corrosão, extrudabilidade, soldabilidade e usinabilidade. Ex.: 6061, 6063.
7xxx (TT)	Zinco (Zn)	A: Em estrutura de aeronaves (fuselagem). P: Alta resistência mecânica, baixa resistência à corrosão. Ex.:
8xxx	Pode apresentar ferro e níquel; ou lítio	A: Resistência mecânica com pequena perda na condutividade elétrica (ferro e níquel). Estrutura de aeronaves e veículos aeroespeciais. P: Resistência mecânica, dureza e baixo peso (lítio). Ex.:

Fonte: DAVIS, 1998, p. 59; KAUFMAN, 2000, p. 88; COSTA, 2019, p. 53; VARGEL, 2004, p. 76.

A modificação na estrutura cristalina (metalúrgica) e, conseqüentemente, nas propriedades de uma liga de alumínio, também pode ser realizada por meio de uma ordem específica de tratamentos térmicos identificados como “têmperas”. As ligas metálicas podem ser classificadas como tratadas termicamente (por meio de homogeneização, recozimento, solubilização por tratamento térmico, *quenching*, envelhecimento natural e precipitação por envelhecimento) ou não-tratadas termicamente (trabalho a frio). Dessa forma, assim como há uma nomenclatura específica para identificar a composição das ligas de alumínio, também há um código específico (uma letra separada por um traço) que informa os tratamentos térmicos empregados (Quadro 11).

Quadro 11 – Têmperas para ligas de alumínio trabalhadas

Designação	Significado	Significado
O	Recozimento	A peça é aquecida após trabalho a frio com o objetivo de diminuir a resistência mecânica, aumentar a tenacidade, a ductilidade e a maleabilidade, permitindo que essa seja novamente trabalhada.
F	Fabricação ou “como fabricado”	Estado que um peça se encontra após processo de fabricação por conformação (laminação, extrusão, etc.); não há um controle térmico específico para o processo de deformação.
H	Encruamento ou endurecido por deformação	Possibilita aumento na resistência mecânica e o endurecimento de uma peça por meio de trabalho a frio com a possibilidade de, em seguida, submetê-la ou não a um tratamento térmico. Esse tratamento pode ser dividido em três grupos: ligas encruadas sem recozimento complementar (H1), ligas encruadas e parcialmente recozidas (H2) e as ligas encruadas, mas posteriormente estabilizadas (H3).
T	Envelhecimento ou termicamente tratado	O endurecimento por precipitação é um tratamento térmico que leva ao aumento na resistência de uma liga de alumínio; ele também pode ser identificado pelo termo “envelhecimento”, uma vez que varia em função da temperatura e do tempo. O processo consiste no aumento da solubilidade sólida de um dos elementos de liga presente no metal base por meio da diminuição da temperatura. Esse procedimento leva à formação de uma nova fase de pequenas

		partículas uniformemente dispersas, os precipitados, que são formadas na fase original do metal. É possível identificar uma numeração de 1 a 10; ela distingue a sequência dos processos realizados.
W	Solubilizado ou tratamento por aquecimento de solução	Tratamento térmico que visa incorporar a maior concentração de elementos de liga (soluto) em uma solução sólida; o material em solução sólida passa por resfriamento brusco para manter a condição de solução sólida supersaturada. Após esse tratamento as ligas são submetidas a resfriamento natural e espontâneo (à temperatura ambiente).

Fonte: Adaptado de ASKELAND; PHULÉ, 2008, p. 424; AA, 2007, p. 62.

Nas obras identificadas com o EDXRF (*Bicho*, 1963; *Bicho*, 1960; *Bicho relógio de sol*, 1960; *Bicho máquina*, 1962) o alumínio (Al) foi o elemento majoritário, fato que explica a indicação feita pelo equipamento de uso da liga A1100 (série 1xxx), grupo que apresenta concentração de alumínio superior a 99%; essa propriedade é inclusive citada pela artista em uma de suas cartas (CLARK; OITICICA; FIGUEIREDO, 1996, p. 35). Essa liga é uma das mais comuns da sua série, sendo considerada de baixo custo e recorrente no revestimento de embalagens e na produção de placas e utensílios domésticos. Ela pode ser utilizada em lâminas de ventilador, placas de identificação e em forros ou dutos (DAVIS, 2001, p. 358) e também em folhas de equipamentos eletrônicos devido a sua alta condutividade elétrica (COSTA, 2019, p. 53). A aplicação em equipamentos eletrônicos é, inclusive, citada por Jean Boghici em sua entrevista a Paula Cristina Terra (BOGHICI, 1993, p. 9). As folhas de alumínio da série 1xxx também possuem excelente trabalhabilidade (AA, 2007, p. 105), propriedade que pode ter facilitado procedimentos como o enrolamento das dobradiças na borda das folhas.

A presença de outros elementos majoritários, como o magnésio e silício, também fez com que o EDXRF sugerisse o uso de ligas de outras séries, como a série 4xxx (silício como elemento majoritário), 5xxx (magnésio majoritário) e 6xxx (silício e magnésio). Contudo, acreditamos que essas sugestões são improváveis para as obras estudadas devido à aplicação comercial dessas ligas. A série 4xxx tem uso voltado para ligas de alumínio de baixo ponto de fusão indicadas para técnicas como o forjamento ou em ligas utilizadas em processos de junção por solda.

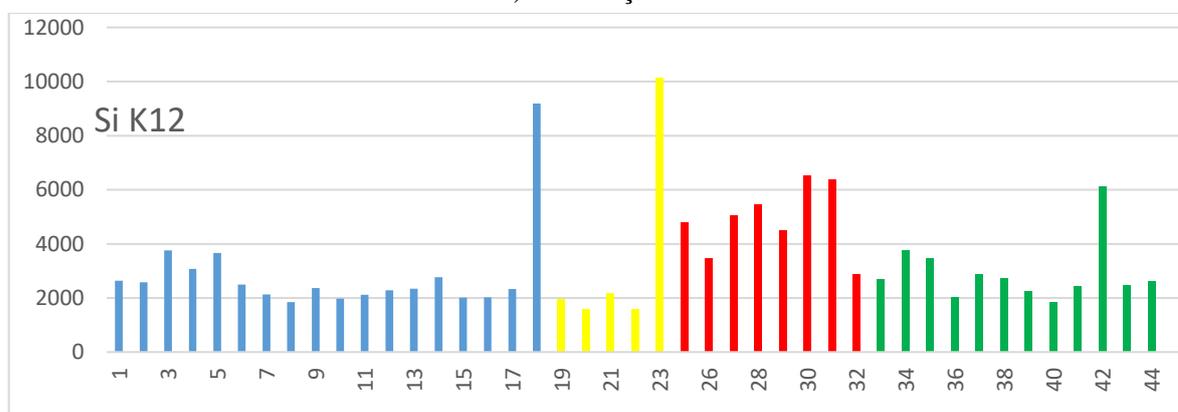
A distribuição do elemento silício nas obras estudadas pode ser vista no gráfico abaixo com as medições realizadas (eixo X) e a contagem do pulso por segundo (CPS) (eixo Y) (Gráfico 2). Na obra *Bicho relógio de sol*, que tem revestimento por anodização amarela, particularmente na medição de número 18, observou-se uma maior contagem de silício em relação a outras medições, o que levou o equipamento a sugerir a presença da liga 4xxx. Essa medição foi feita em uma área de perda da camada de anodização amarela com exposição do

metal base. Esse resultado poderia indicar que o silício faz parte da liga de alumínio e que foi revelado com menor intensidade nas outras medições devido à presença da superfície anodizada. Contudo, a alta contagem de silício também foi observada em outra obra de alumínio sem anodização amarela (medições 45 e 46).

O EDXRF também indicou o uso da série 5xxx (magnésio como elemento majoritário), indicação, contudo, que deve ser considerada com cautela, pois o baixo peso atômico do magnésio induz a um maior erro associado (Gráfico 3). Esse elemento pode estar presente em até 5% da liga de alumínio e sua presença auxilia no aumento da resistência mecânica, na usinabilidade e na soldabilidade. Embora confira maior resistência à corrosão em ambientes marítimos, a sua presença pode aumentar a susceptibilidade da liga à corrosão intergranular por fissuras (DAVIS, 1998, p. 43). As ligas da série 5xxx são usualmente empregadas em materiais de construção, barcos e em elementos arquitetônicos e decorativos.

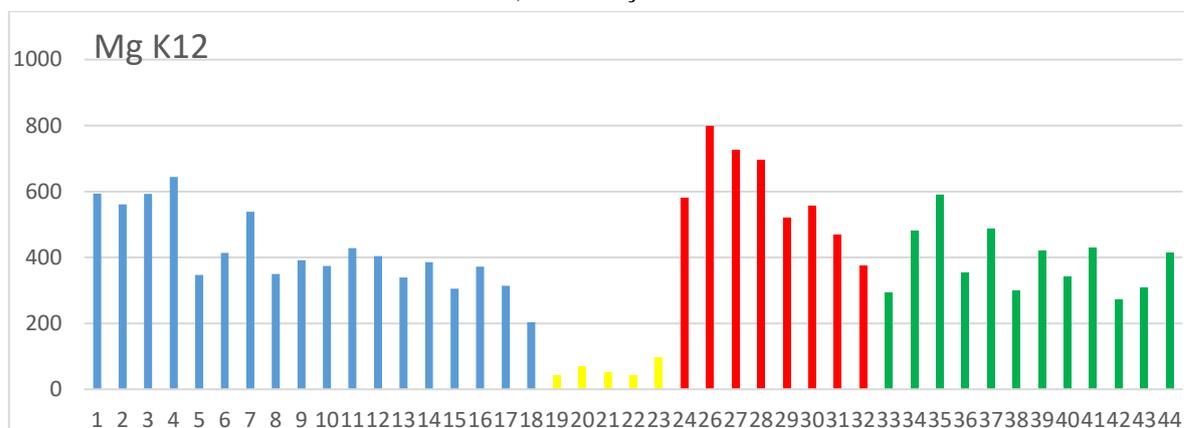
O equipamento também sugeriu a presença de ligas da série 6xxx (silício e magnésio como elementos majoritários) que são muito comuns em seções extrudadas utilizadas na arquitetura (DAVIS, 1998, p. 44), em partes automotivas (COSTA, 2019, p. 53), mas também em móveis, em eletrônicos e outros produtos (DAVIS, 2001, p. 358). As ligas 6061 e 6082, bem como 6063, citadas pelo EDXRF, são frequentes em estruturas pesadas de oleodutos e vagões ferroviários, e também em tubos de corrimão, respectivamente (AA, 2007, p. 105). Além disso, as ligas 6061 e 6063 são comumente aplicadas em processos de fabricação por extrusão (ATLAS STEEL, 2016, p. 101). Dessa forma, tendo em vista os usos comuns para as ligas das séries 4xxx, 5xxx e 6xxx e as referências citadas, optamos por desconsiderar as indicações feitas pelo EDXRF.

Gráfico 2 – Distribuição do elemento silício (Si) nas obras *Bicho relógio de sol* (1960-Azul) da Fundação Nemirovsky; *O antes é o depois* (1963-Amarelo), *Bicho* (1963-Vermelho) e *Bicho* (1960-Verde) da Coleção Setúbal



Fonte: Elaborado a partir de dados do autor.

Gráfico 3 – Distribuição do elemento magnésio (Mg) nas obras *Bicho relógio de sol* (1960-Azul) da Fundação Nemirovsky; *O antes é o depois* (1963-Amarelo), *Bicho* (1963-Vermelho) e *Bicho* (1960-Verde) da Coleção Setúbal



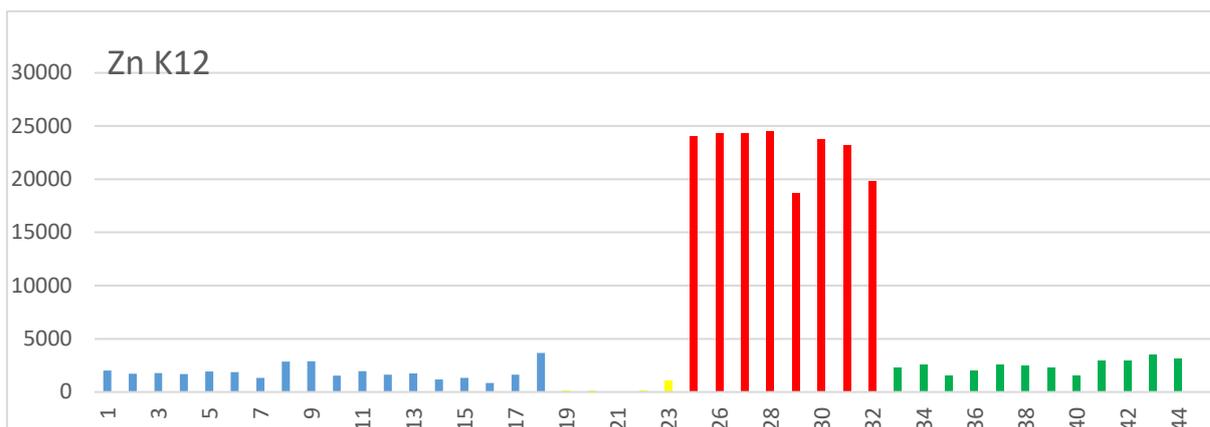
Fonte: Elaborado a partir de dados do autor.

A contagem dos elementos cobre (Cu) e zinco (Zn) também foi relacionada segundo as medições realizadas nas obras (Gráfico 4 e Gráfico 5). Os resultados indicam que em *Bicho* (1963-Vermelho) a contagem do zinco é elevada, enquanto em *Bicho relógio de sol* (anodizado amarelo) a contagem é baixa. Ao contrário do zinco, a distribuição do elemento cobre foi similar nas obras *Bicho* (1963-Vermelho) e *Bicho* (1960-Verde). Essa distribuição dos elementos zinco e cobre sugere a presença de dois grupos distintos de ligas de alumínio: um com alta contagem de zinco e cobre e outro com baixa contagem de zinco, mas alta contagem de cobre. Esses dois grupos distintos podem ser exemplificados pelas ligas 1035 e 1045, que apresentam o mesmo teor de cobre (Cu = 0,100%), mas valores distintos para o zinco (Cu= 0,100% e Zn= 0,050%)⁶⁷.

O teor de cobre presente nas obras identificadas não foi suficientemente elevado para indicar a presença da série 2xxx (Cu elementos majoritário), que é tipicamente utilizada na fuselagem de aviões. Essa observação refuta a afirmação de Jean Boghici sobre as ligas utilizadas nas obras: segundo ele o alumínio era importado e derivava de folhas empregadas na aviação (BOGHICI, 1993, p. 9).

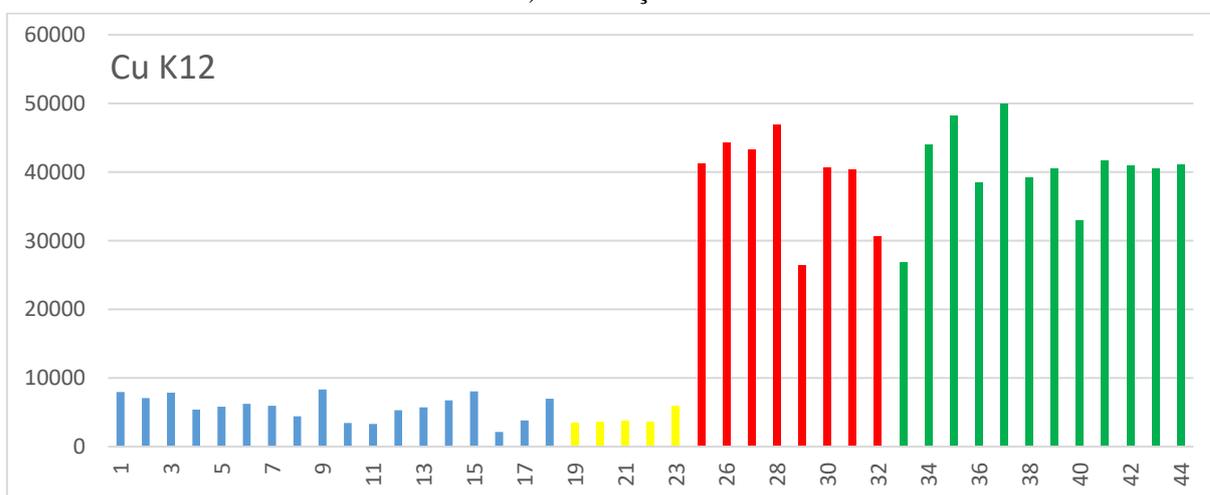
Gráfico 4 – Distribuição do elemento zinco (Zn) nas obras *Bicho relógio de sol* (1960-Azul) da Fundação Nemirovsky; *O antes é o depois* (1963-Amarelo), *Bicho* (1963-Vermelho) e *Bicho* (1960-Verde) da Coleção Setúbal

⁶⁷ MatWeb. Metal & Alloy Composition Search. Disponível em: <http://www.matweb.com/search/CompositionSearch.aspx>. Acesso em: 17 jan. 2022.



Fonte: Elaborado a partir de Dados do autor.

Gráfico 5 – Distribuição do elemento cobre (Cu) nas obras *Bicho relógio de sol* (1960-Azul) da Fundação Nemirovsky; *O antes é o depois* (1963-Amarelo), *Bicho* (1963-Vermelho) e *Bicho* (1960-Verde) da Coleção Setúbal



Fonte: Elaborado a partir de dados do autor.

3.3 Ligas de aço inoxidável: elementos de liga encontrados nas obras

Em *O Antes é o Depois* (1963) e *Trepante* (1965), obras da Coleção Setúbal e do MFAH, respectivamente, observou-se o uso de liga de aço inoxidável, devido à presença dos elementos cromo, ferro e níquel (Quadro 12). A distribuição dos elementos ferro, cromo e níquel foi feita somente para *O Antes é o Depois*; o gráfico com as medições (eixo X) e os pulsos dos elementos (eixo Y) está indicado abaixo.

Quadro 12 – Elementos metálicos encontrados nas obras em aço inoxidável e ligas sugeridas pelo EDXRF

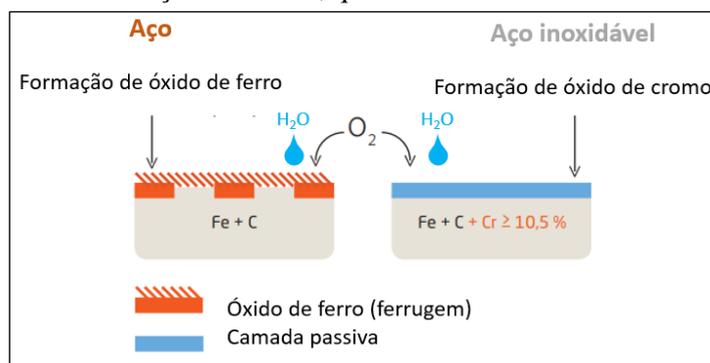
Obra	Elementos
<i>O Antes é o Depois</i> (1963) da Coleção Setúbal (SP)	Cr, Mn, Fe, Ni
	Rb, Pb, Sn, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu (solda)
<i>Trepante</i> (1965) do MFAH	Cr, Mn, Fe, Ni, Zn

Fonte: Elaborada a partir de dados do autor.

A presença do elemento cromo (Cr) em concentrações acima de pelo menos 11% (alguns autores citam 10,5%) (SSINA, 1999, p. 1; COSTA, 2019, p. 79; ATLASSTELL, 2013, p. 6) nas ligas de aço inoxidável favorece a formação de uma camada superficial de óxidos que é fina, aderente e atua como uma barreira protetora (passiva). Essa camada é formada quando essas ligas são expostas a ambientes com umidade e agentes oxidantes (ar). O aspecto dessa superfície é contrário à camada superficial não compacta e com fissuras formada em ligas de aço carbono, quando esses materiais são submetidos à mesmas condições descritas anteriormente (COSTA, 2019, p. 77) (Figura 119). Nas ligas de aço inoxidável, a camada de óxido de cromo protege o metal de passar por sucessivas reações de corrosão, sendo, portanto, fundamental para garantir a resistência das ligas de aço inoxidável à corrosão (Figura 120).

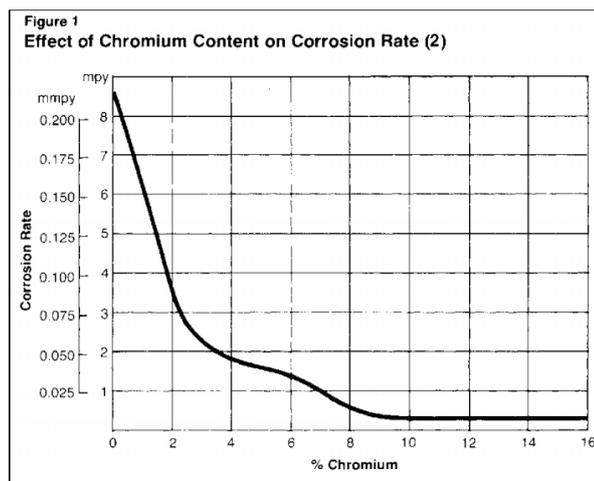
De modo geral, os aços inoxidáveis apresentam concentrações de cromo inferiores a 30%, concentrações de ferro superiores a 50% e de carbono entre menos de 0,03% até 1% (DAVIS, 2000, p. 1). Outros elementos também podem ser adicionados para melhorar as propriedades da liga: o níquel (Ni) auxilia na soldabilidade, na plasticidade e na resistência à corrosão; e o molibdênio (Mo) aumenta a resistência à corrosão em ambientes com presença de cloretos (Cl^-), além de diminuir a possibilidade de corrosão por pites (COCHRANE, 2005, p. 18) (Figura 119 e Figura 120).

Figura 119 – Modelo explicativo para a formação de óxido de ferro na superfície do aço carbono e de óxido de cromo no aço inoxidável, quando em contato com a umidade e o ar



Fonte: Adaptado de APERAM, 2013.

Figura 120 – Gráfico com variação no teor de cromo e a influência deste sobre a taxa de corrosão



Fonte: AISI, 1985.

Conforme explicado anteriormente no diagrama de fases para as ligas ferrosas, as ligas de aço apresentam quatro estruturas: a ferrítica, a martensítica, a austenítica e a duplex, que resulta da mistura de duas ou mais dessas classes. A inclusão do elemento cromo para a obtenção dos aços inoxidáveis modifica as propriedades metalúrgica das ligas de aço, altera a forma como os átomos são organizados, a constituição do grão e a estrutura cristalina da nova liga. Dessa forma, mantém-se o nome das estruturas do aço, porém novos materiais são formados; de modo geral, todos eles apresentam resistência à corrosão superior aos aços devido à presença do elemento cromo.

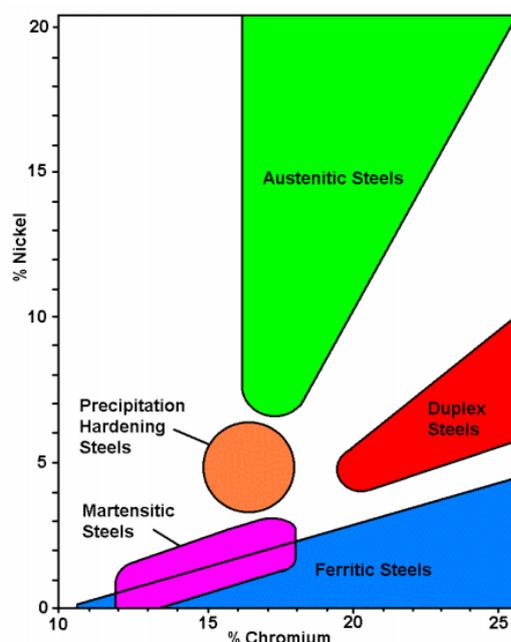
Na estrutura ferrítica, a inclusão de elevadas concentrações do cromo (11-27%) expande e estabiliza a célula unitária cúbica de corpo centrado (CCC). Isso permite acrescentar maiores teores de carbono nos interstícios da liga (0,08-0,12%). A estrutura martensítica apresenta menor concentração de cromo (11-18%) e maior teor de carbono (acima de 0,15%) em relação à estrutura anterior. Essa composição torna a estrutura CCC instável, de modo que uma nova configuração é formada: a tetragonal de corpo centrado (TCC).

A estrutura austenítica apresenta estrutura cristalina do tipo cúbica de face centrada (CFC), o que permite a inclusão de uma maior concentração de carbono que a estrutura ferrítica. O teor de cromo elevado (16-26%) e a inclusão do níquel (10-22%) são aspectos que distinguem essa estrutura das demais. A combinação da estrutura austenítica com a ferrítica permite a obtenção dos aços duplex. Nela, as propriedades dos dois aços são combinadas e, como resultado, obtém-se uma liga com resistência mecânica superior.

Além dessas três estruturas (ferrítica, martensítica e austenítica) um quarto grupo foi criado: as ligas de aço inoxidável endurecidas por precipitação (EP). Nessa estrutura outros elementos como cobre, nióbio e alumínio são adicionados e aplica-se-lhe um tratamento

térmico de envelhecimento (*aging*). Esse aquecimento acarreta na precipitação de pequenas partículas no retículo da liga, que adquire maior resistência mecânica e à corrosão. Essas cinco classificações de aço inoxidável podem ser ilustradas no gráfico abaixo segundo a concentração dos elementos níquel (Ni) e cromo (Cr) (Figura 121).

Figura 121 – Classificação das ligas de aço inoxidável conforme a proporção dos elementos níquel e cromo



Fonte: Atlas Steels, 2013, p. 6.

A diversidade de ligas e propriedades para os aços inoxidáveis fez com que fosse necessária a criação de uma nomenclatura padrão. A *American Iron and Steel Institute* (AISI) foi a primeira a propor uma designação baseada em um sistema de três números: o primeiro identifica o conteúdo da liga, enquanto os dois últimos se referem ao teor de carbono. Os dígitos 1, 2, 3, e 4, por exemplo, indicam, respectivamente, os teores de carbono, níquel, níquel-cromo e molibdênio nas ligas de aço. A nomenclatura da AISI é a mais antiga e identifica os aços produzidos até a década de 1960 (JESSEN, 2011, p. 5). Outra designação de uso mais frequente é a proposta pela *Uniform Numbering System* (UNS) que utiliza a letra “S” para identificar os aços inoxidáveis (*stainless steel*) mais cinco números: os três primeiros geralmente correspondem à numeração da AISI (quando for o caso) e os dois últimos o teor de carbono.

As principais características dos aços ferríticos, martensíticos, austeníticos e duplex são descritas abaixo (Quadro 13). Um quadro resumo com as principais propriedades dos aços inoxidáveis (magnetismo, resistência a corrosão, temperabilidade, ductilidade e soldabilidade) pode ser apresentada abaixo (Quadro 14).

Quadro 13 – Nomenclatura para tipos de aço inoxidável, características principais e aplicações

Família	%	Aplicação
Ferrítico (Série 400)	Cr: 11-27% C: 0,08-0,12%	De desde utensílios de cozinha até equipamentos e peças de avião expostas a altas temperaturas. Exemplo: liga AISI 430 (UNS S43000) Vantagens: apresenta resistência à corrosão inferior à série 300; não é indicada para estampagens muito profundas; na arquitetura destina-se ao uso interno. Desvantagens: baixa soldabilidade.
Martensítico (Série 400)	Cr: 11-18% C: > 0,15%	Utilizados em lâminas de faca, em equipamentos cirúrgicos, em partes de compressores e válvulas; são muito duros, resistentes ao desgaste e pouco dúcteis. Exemplo: A liga AISI 420 (UNS S42000) é utilizada em ferramentas cirúrgicas e de cutelaria com boa resistência ao desgaste.
Austenítico (Série 300)	Cr: 16-26% Ni: 10-22%	Recomendado para aplicações estruturais e para construção civil, particularmente em canos e tubos para o processamento de equipamentos industriais, pias ou lavatórios; também empregado em utensílios de cozinha. Exemplo: A liga AINSI 304 (UNS S30400) ou aço “18-8” (18% Cr e 8% Ni) é a mais comum. Vantagens: é frequentemente utilizado em aplicações externas na arquitetura. Apresenta excelente resistência à corrosão, excelente ductilidade e excelente soldabilidade. Desvantagens: quando em ambiente corrosivo e com presença de cloretos tende a passar por corrosão por pites, fresta e sob tensão; e quando submetido a temperaturas elevadas (entre 425 e 850 °C) tende à corrosão intergranular.
Estrutura duplex	Ferrítica (50%) e austenítica (50%)	Em indústrias químicas, de processamento e de petróleo. O aço S17700, por exemplo, permite a produção de facas, molas e vasos de pressão.
Endurecido por precipitação (PH)	Cr: 17% Ni: 7% Outros: Al, Cu, Ti, Mb	Pode ser encontrado na cabeça de tacos de golfe (ligas S17400) e em naves espaciais. São obtidos por processamento térmico de endurecimento por precipitação.

Fonte: COSTA, 2019, p. 79; DAVIS, 2000, p. 3; SELWYN, 2001, p. 98; MatLab, 2021; CARBÓ, 2008; GROOVER, 2010, p. 116.

Quadro 14 – Comparação entre algumas das propriedades dos aços inoxidáveis⁶⁸

Grupo de liga (estrutura)	Magnetismo	Resistência a corrosão	Temperável	Dutibilidade	Soldabilidade
Ferrítico	S	M	N	M	De baixa até alta
Martensítico	S	M	Por resfriamento brusco (<i>quenching</i>) e têmperas	B	B
Austenítico	N	A	Por trabalho a frio	MA	MA
Duplex	S	MA	N	M	A
EP	S	M	Por envelhecimento (<i>aging</i>)	M	A

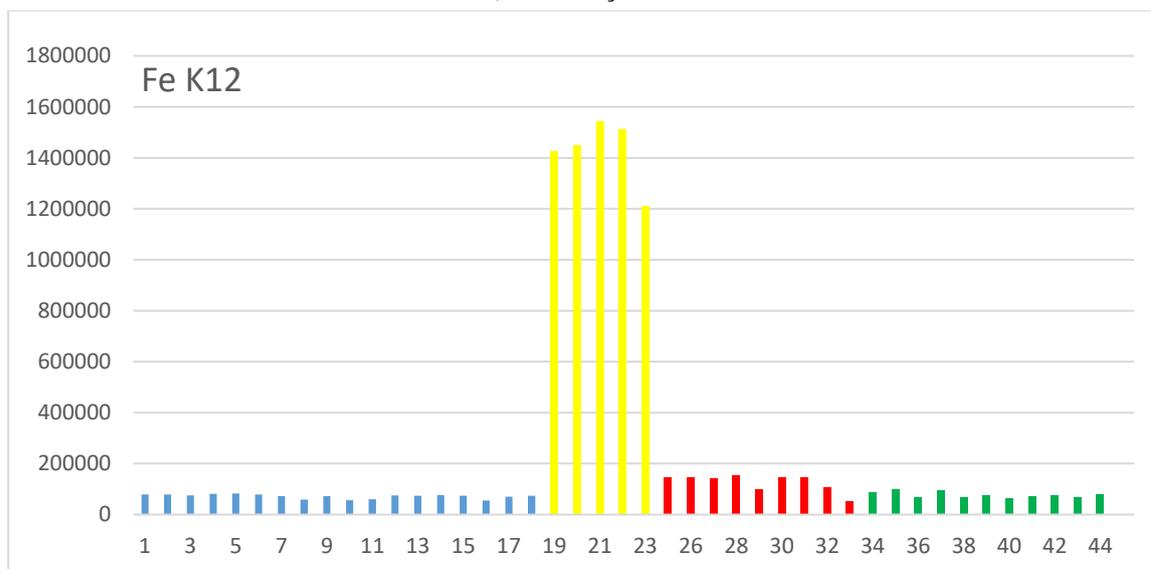
Fonte: Adaptado de Atlas Steel, 2013, p. 10; COSTA, 2019, p. 79; GROOVER, 2010, p. 116.

Na obra *O antes é o depois* da Coleção Setúbal e no *Trepante* do MFAH o EDXRF identificou cromo (Cr), ferro (Fe) e níquel (Ni), o que indica a presença de uma liga de aço inoxidável (Gráfico 6, Gráfico 7 e Gráfico 8). O uso de um ímã em ambas as obras sugeriu a

⁶⁸ As siglas foram utilizadas para indicar a presença (S) ou ausência (N) das propriedades e se a sua ocorrência é muito alta (MA), alta (A), média (M) ou baixa (B).

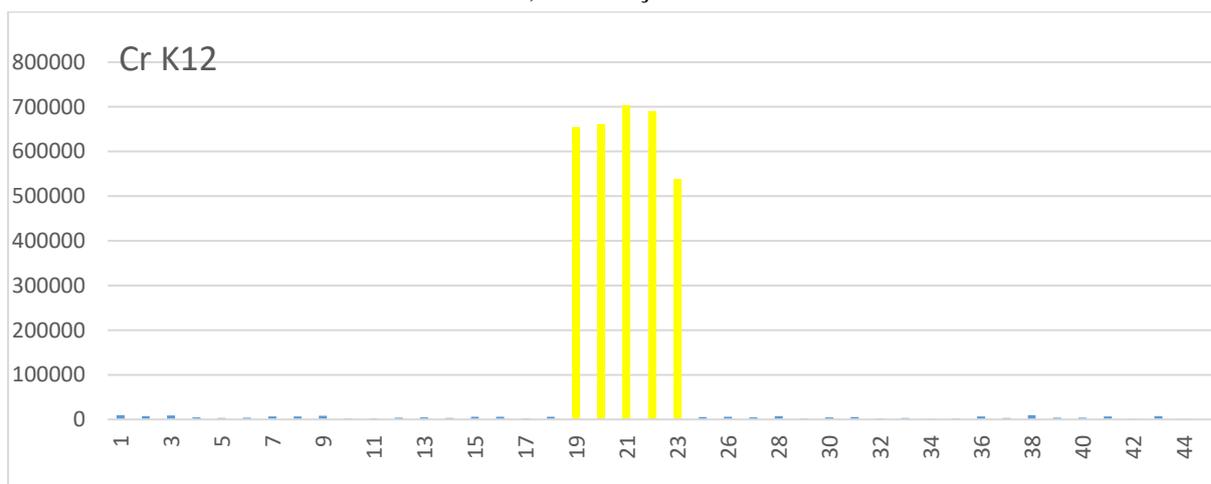
ausência de magnetismo, propriedade comum às ligas do tipo austenítico. De acordo com o certificado de autenticidade da obra da Coleção Setúbal, ela corresponde a uma segunda versão, produzida em 1963 e em alumínio. Contudo, a análise elementar com o EDXRF permitiu verificar a presença de elementos de uma liga de aço inoxidável⁶⁹.

Gráfico 6 – Distribuição do elemento ferro (Fe) nas obras *Bicho relógio de sol* (1960-Azul) da Fundação Nemirovsky; *O antes é o depois* (1963-Amarelo), *Bicho* (1963-Vermelho) e *Bicho* (1960-Verde) da Coleção Setúbal.



Fonte: Elaborado a partir de dados do autor.

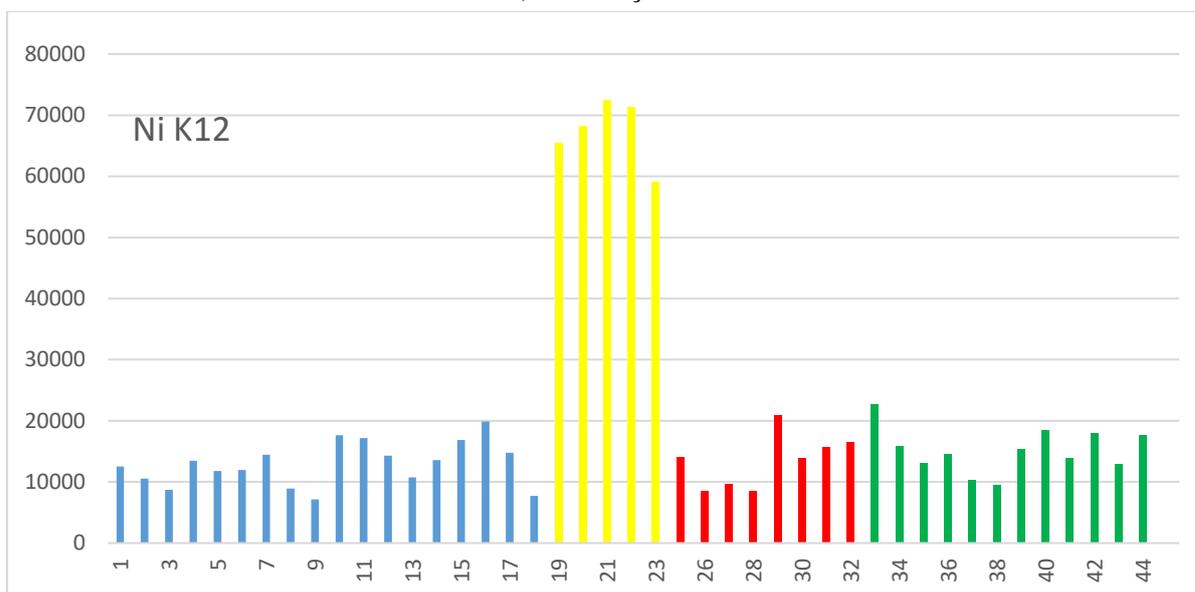
Gráfico 7 – Distribuição do elemento cromo (Cr) nas obras *Bicho relógio de sol* (1960-Azul) da Fundação Nemirovsky; *O antes é o depois* (1963-Amarelo), *Bicho* (1963-Vermelho) e *Bicho* (1960-Verde) da Coleção Setúbal



Fonte: Elaborado a partir de dados do autor.

⁶⁹ ACOMLC – ASSOCIAÇÃO CULTURAL “O MUNDO DE LYGIA CLARK”. Certificado de Autenticidade de Obra da Artista Lygia Clark/Nº000561 – Bicho – O antes é o depois/1963. Rio de Janeiro, 17 jul. 2008. Certificado.

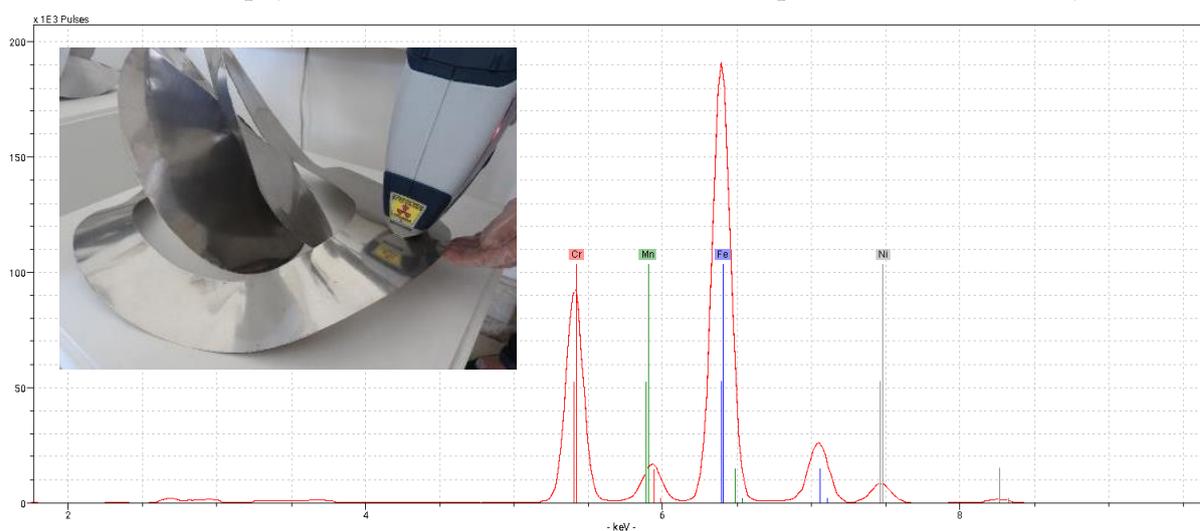
Gráfico 8 – Distribuição do elemento níquel (Ni) nas obras *Bicho relógio de sol* (1960-Azul) da Fundação Nemirovsky; *O antes é o depois* (1963-Amarelo), *Bicho* (1963-Vermelho) e *Bicho* (1960-Verde) da Coleção Setúbal



Fonte: Elaborado a partir de dados do autor.

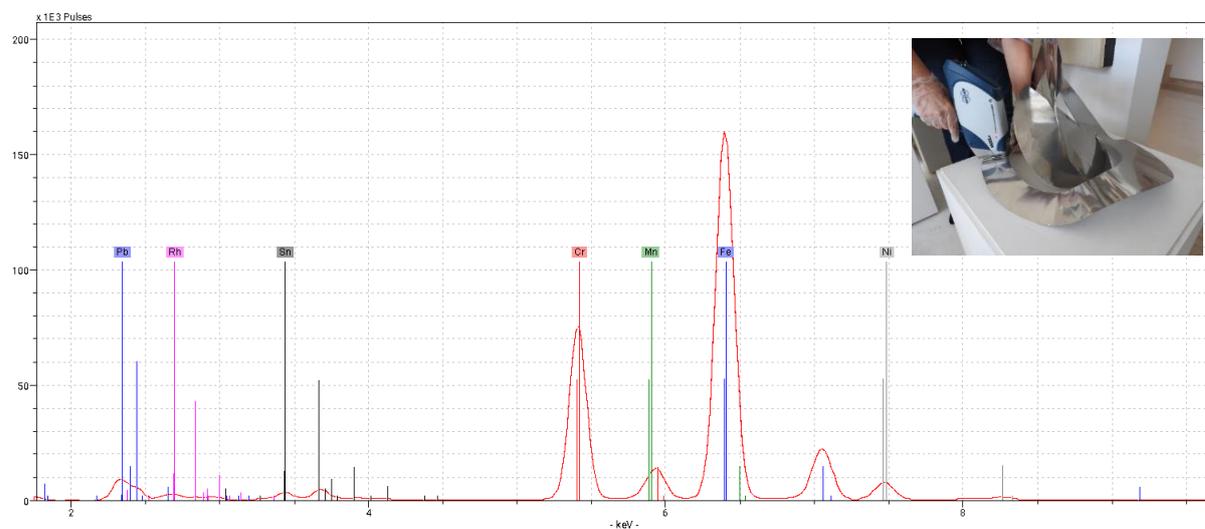
O espectro dos elementos que compõem a liga da obra *O antes é o depois, versão 02* (1963) da Coleção Setúbal pode ser visualizado abaixo (Tabela 5), bem como a medição realizada em área com cordão de solda (Tabela 6).

Tabela 5 – Identificação de elementos de liga por EDXRF de área com solda de *O antes é o depois, versão 02* (1963), 2 peças, dimensão de 60 x 70 cm, folha com espessura de 0,5 mm, Coleção Setúbal.



Fonte: Elaborada pelo autor.

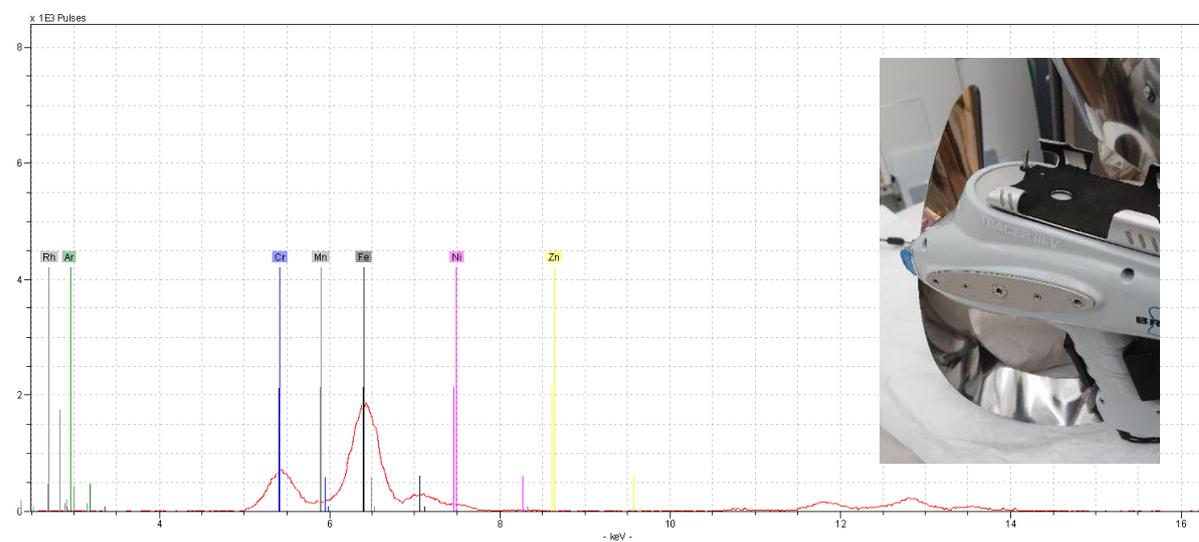
Tabela 6 – Identificação de elementos de liga por EDXRF de área com solda de *O antes é o depois*, versão 02 (1963), 2 peças, dimensão de 60 x 70 cm, folha com espessura de 0,5 mm, Coleção Setúbal.



Fonte: Elaborada pelo autor.

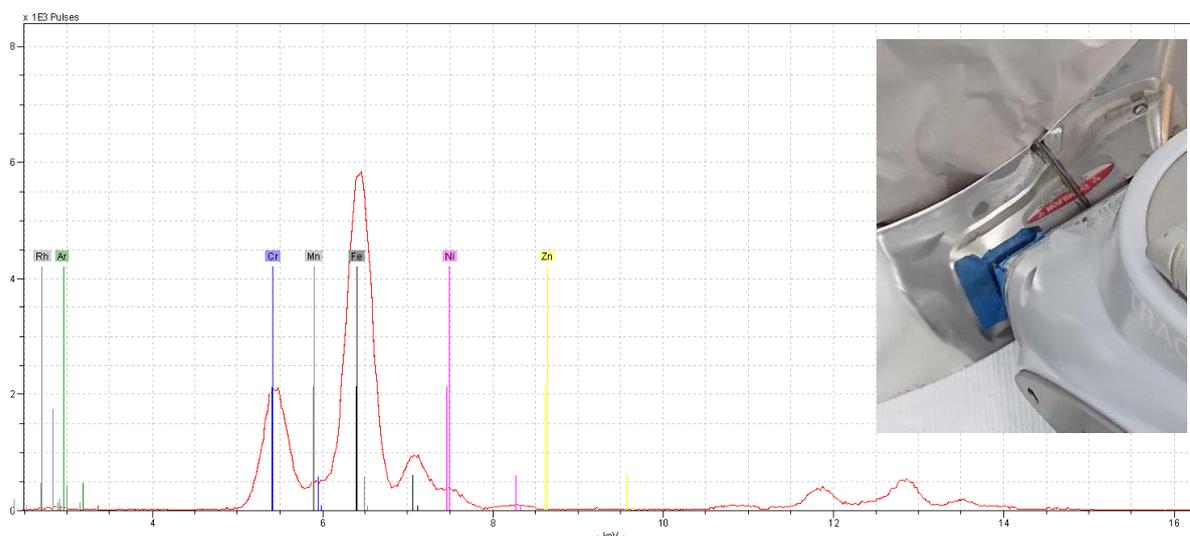
O espectro dos elementos que compõem a liga da obra *Trepante* (1965) do MFAH pode ser visualizado abaixo (Tabela 7) com a medição em área com cordão de solda (Tabela 8).

Tabela 7 – Identificação de elementos de liga por EDXRF de *Trepante* (1965), 3 peças, 38 × 49 × 38 cm, folha com espessura de 0,5 mm, MFAH.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 8 – Identificação de elementos de liga por EDXRF em área com solda de *Trepante* (1965), 3 peças, $38 \times 49 \times 38$ cm, folha com espessura de 0,5 mm, MFAH.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Nos aços austeníticos, a presença do elemento níquel (Ni) em concentrações equivalentes a 8% permite estabilizar a estrutura metalúrgica da liga, além de possibilitar maiores concentrações de cromo. Ademais, esse elemento também melhora o comportamento da liga em meios corrosivos (IMOA, 2020, p. 11). O manganês (Mn) pode ser encontrado em todos os aços inoxidáveis e é utilizado para desoxidar o aço fundido e também para estabilizar a estrutura austenítica; o seu uso permite a solubilização do nitrogênio (N) e possibilita aumentar a resistência mecânica da liga e a sua resistência à corrosão (IMOA, 2020, p. 11). No que diz respeito às propriedades mecânicas dos aços austeníticos, essas ligas podem ser endurecidas por trabalho a frio, mas não podem ser tratadas termicamente; além disso, esses materiais também são resistentes à corrosão e apresentam boa formabilidade (NIDI, s.d., p. 3).

No próximo capítulo, propõe-se o aprofundamento no reconhecimento das técnicas de fabricação aplicadas às ligas de alumínio e aço inoxidável e nos métodos de construção possivelmente utilizados pela artista.

CAPÍTULO 4 – TÉCNICAS DE FABRICAÇÃO EM LIGAS DE ALUMÍNIO E AÇO INOXIDÁVEL: UM APROFUNDAMENTO TEÓRICO

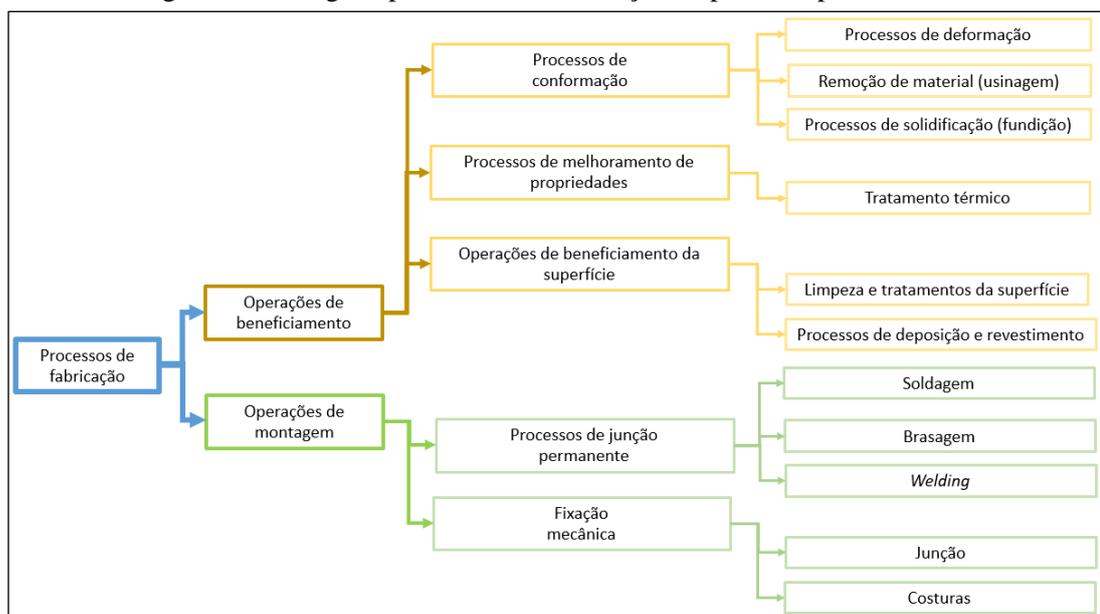
Esse capítulo se aprofunda nos aspectos relativos à fabricação das ligas metálicas segundo a engenharia metalúrgica. Essas informações foram relacionadas com os aspectos construtivos, isto é, com os procedimentos realizados na elaboração das obras.

As informações destacadas aqui permitem supor as motivações que determinaram a escolha das ligas de alumínio e aço inoxidável, compreender as etapas de construção das obras e questionar as informações teóricas com aspectos práticos. Além disso, observou-se que, a partir de propriedades visuais das obras, é possível sugerir qual liga é mais provável em cada obra. Essas informações permitem, igualmente, revisitar descrições publicadas em catálogos sobre os materiais utilizados. Ao final desse capítulo, será apresentado um quadro resumo com essas observações.

O termo fabricação (*manufacturing*, fazer com a mão) está presente desde o início da sociedade humana e decorre da necessidade do homem de criar coisas. O termo tecnologia, por outro lado, se refere à aplicação da ciência ou de métodos para a elaboração de algo. Atualmente, a maior parte da fabricação moderna de metais depende do uso de máquinas, de processos automáticos e da sequenciação de processos para a criação de objetos. No estudo dos processos de fabricação é possível dividirmos as atividades em operações de beneficiamento (em que o material adquire uma forma mais avançada pela modificação na sua geometria, propriedades e/ou aparência) e de montagem (na qual há uma conexão entre componentes para obtenção de uma forma única) (GROOVER, 2010, p. 10).

Tendo em vista o objeto de estudo desta pesquisa, esculturas da artista Lygia Clark que resultam do emprego de folhas de ligas metálicas, esse tópico direcionou-se primeiro para o estudo de processos de conformação (dobra, enrolamento) e usinagem (corte), e depois para os processos de montagem (junção, costuras e soldagem) (Figura 122).

Figura 122 – Alguns processos de fabricação disponíveis para os metais

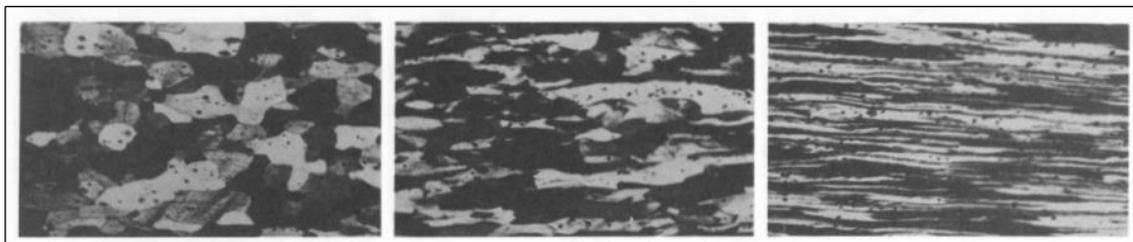


Fonte: Adaptado de GROOVER, 2010, p. 12; CALLISTER, 2002, p. 245; BRESCIANI, DA SILVA, 2011, p. 14; KALPAKJIAN, 2010, p. 18.

As técnicas de conformação mecânica modificam a configuração original de um metal, que adquire uma forma definida após uma série de tensões externas, as quais podem ser realizadas em baixas ou em altas temperaturas (sempre abaixo do ponto de fusão). Diversos procedimentos integram esse grupo: a laminação, a extrusão, a trefilação, o forjamento e a estampagem, entre outros.

Essas técnicas permitem aumentar a resistência mecânica de peças metálicas a partir de um processo identificado como encruamento. Esse procedimento consiste em um trabalho realizado a frio, uma vez que ele é empregado em uma temperatura abaixo daquela de recristalização do metal. Em escala microscópica, um trabalho realizado a frio acarreta tensões e deformações plásticas permanentemente formadas no retículo cristalino de um metal por meio de alterações no posicionamento inicial dos grãos e de seus planos. Essas modificações resultam dos movimentos de tração e compressão dos grãos originais, ocasionados pela introdução de um novo plano de átomos (Figura 123). O endurecimento de uma liga pode ser, então, explicado pela dificuldade na movimentação das discordâncias em um retículo cristalino.

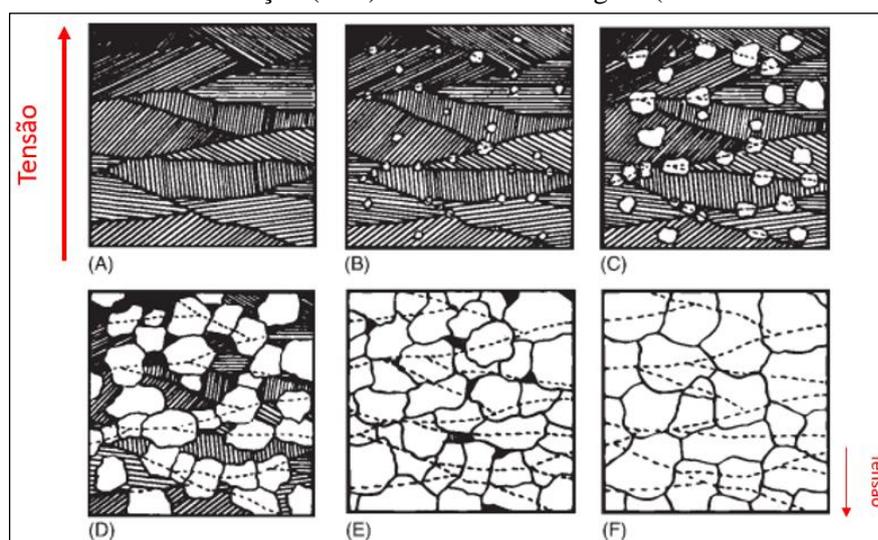
Figura 123 – Efeito para laminação a frio de uma liga de alumínio (5457O) de 10 mm de espessura



Fonte: DAVIS, 1998, p. 496.

Para melhorar as propriedades mecânicas de uma liga laminada pode-se reduzir as tensões causadas pelo trabalho a frio por meio do tratamento térmico de recozimento; esse procedimento tem como objetivo resgatar as propriedades e estruturas do metal trabalhado a frio para um estado semelhante àquele no qual ele se encontrava. O processo é realizado em três etapas; a primeira, denominada recuperação, consiste no aquecimento da peça de modo a facilitar a mobilidade dos átomos metálicos e a desfazer as tensões adquiridas com as discordâncias. Na segunda etapa, a recristalização, o aumento na temperatura leva à formação de novos núcleos de cristais de tamanho semelhante no interior dos grãos alongados. Finalmente, na terceira etapa, de crescimento do grão, os núcleos de cristais crescem e se fundem com outros cristais até formar novos grãos que substituem completamente os originais (Figura 124).

Figura 124 – Estágios para o recozimento: metal após trabalho a frio (A / tensão elevada), início do processo de recristalização (B-C) e crescimento do grão (D-F / tensão desfeita)



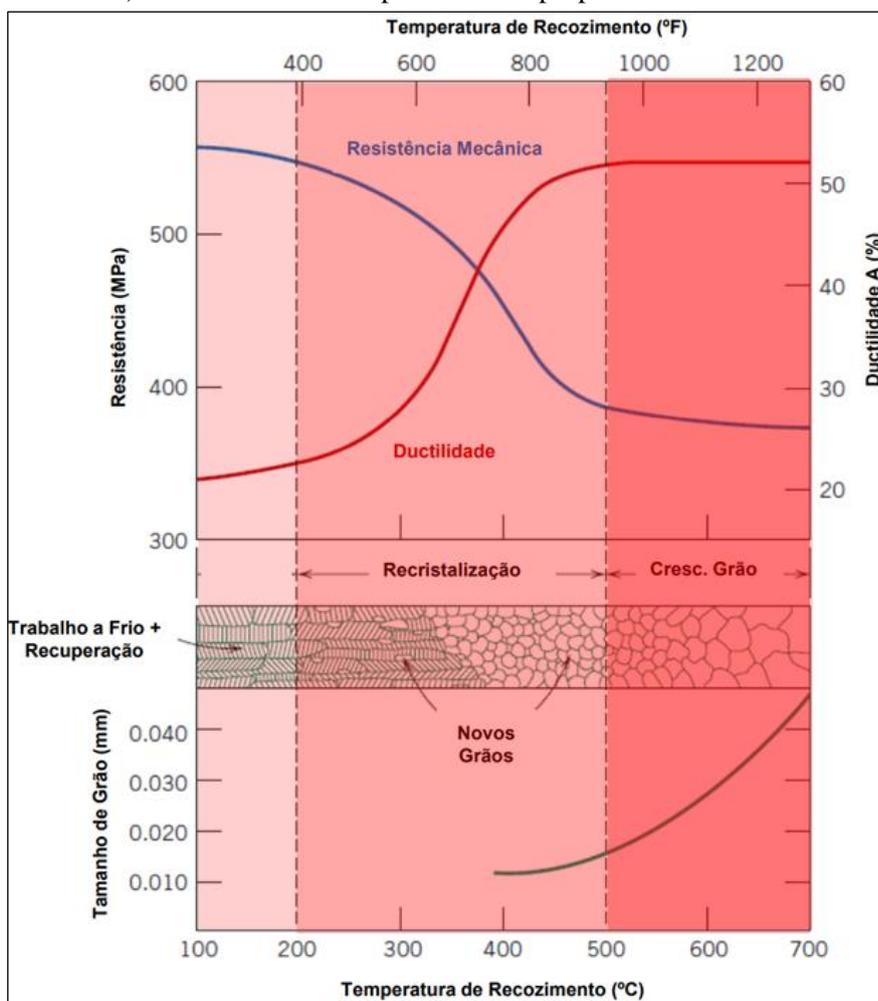
Fonte: Adaptado de HIGGINS, 2006, p. 67.

O recozimento resulta no aumento da ductilidade do metal, isto é, no aumento da possibilidade de uma peça sofrer grandes deformações plásticas antes de se romper (baixa resistência). Esse processo é devido principalmente aos contornos de grão presentes em uma

estrutura cristalina. Um metal submetido a um trabalho a frio apresenta grãos menores em sua estrutura e conta com uma área total maior de contornos de grão. Em caso de deformação plástica, os contornos atuam como barreiras para a movimentação das discordâncias e dos planos de átomos.

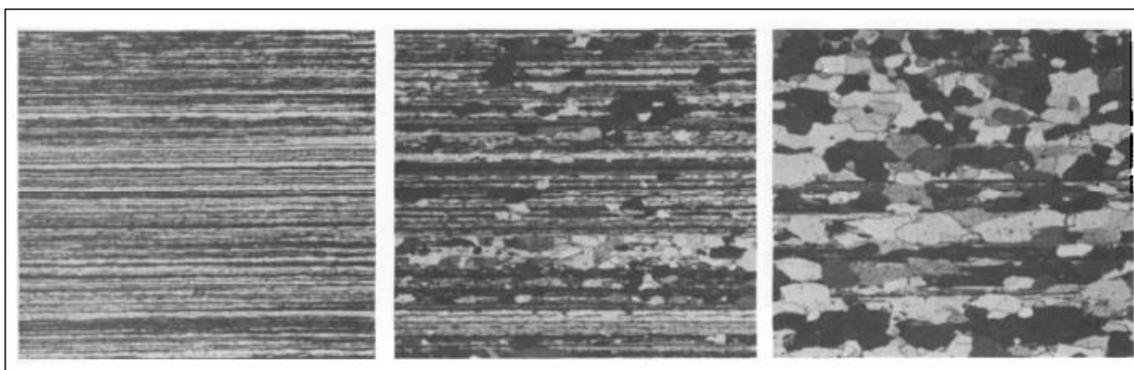
De modo inverso, o aquecimento da peça permite desfazer as tensões formadas após uma deformação qualquer (recuperação), promovendo a recristalização e o crescimento do grão. Uma estrutura cristalina com grãos maiores conta com poucos contornos de grão, portanto dispõe de um menor número de orientações entre os grãos. O número reduzido de orientações resulta em uma menor resistência ao movimento das discordâncias e, como resultado, a peça pode passar novamente por novas deformações plásticas (Figura 125).

Figura 125 – Gráfico com a influência da temperatura no recozimento de uma peça em latão (liga de cobre e zinco) e a influência desse processo nas propriedades mecânicas do metal



Fonte: Adaptado do CALLISTER, 2002, p. 123.

Figura 126 – Três momentos dos grãos em uma mesma liga de alumínio após laminação a frio, recristalização e recozimento



Fonte: DAVIS, 1998, p. 496.

4.1 Laminação

O processo de laminação tem como objetivo a redução da seção transversal original de um lingote por meio de deformação plástica provocada pela compressão de uma ferramenta em forma de rolo (cilindro). A cada passagem do metal por entre os cilindros, processo identificado como passe, a seção transversal é reduzida e aumenta de comprimento. A partir de um lingote é possível obter placas, blocos ou tarugos, que podem ser posteriormente laminados para a obtenção de outras peças (vergalhão, barra, perfil, chapa, folha, tira, fita). O processo de laminação permite obter chapas, folhas e lâminas (Quadro 15).

Quadro 15 – Principais nomenclaturas para materiais metálicos bidimensionais, espessura e exemplos

Material	Espessura	Exemplos
Chapas (plates)	>6,3 mm (AA, 2007, p. 12) >4,76 mm (SSINA, 1998, p. 2)	As ligas de alumínio podem ser utilizadas na carroceria de carros-tanque de uso militar, em partes estruturais de aeronaves e nos tanques para transporte de gás natural liquefeito.
Folhas (sheets)	0,20 mm < folhas < 6,3 mm (AA, 2007, p. 12) <4,76 mm (SSINA, 1998, p. 2)	A fuselagem de aviões feitos com alumínio apresenta, no mínimo, 1 mm de espessura, sendo possível encontrar exemplares com 1,8 mm. As carrocerias de automóveis são de aço inoxidável com 0,7 mm de espessura. As latas de alumínio para bebidas contam com espessura de 0,28 mm.
Lâminas (foil)	< 0,20 mm (AA, 2007, p. 12)	Material e embalagens de alumínio para revestir doces possuem 0,003 mm ou também 0,016mm.

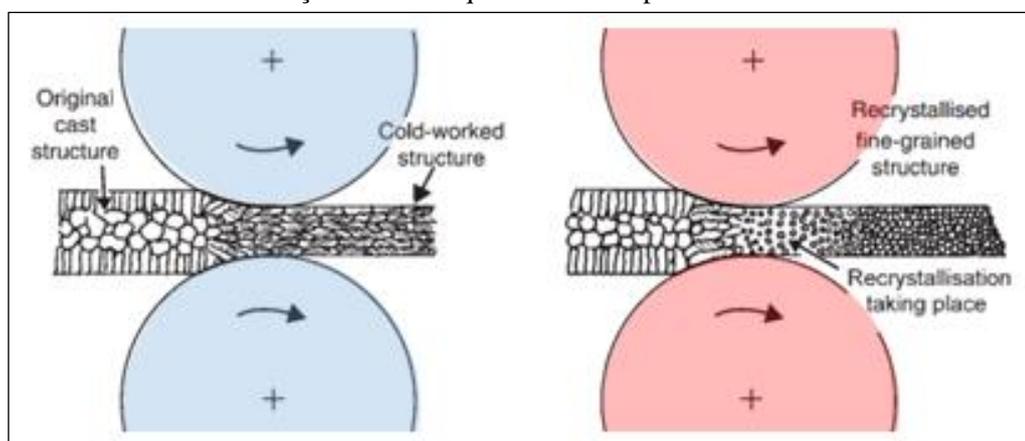
Fonte: Adaptado de KALPAKJIAN; SCHMID, 2010, p. 318; AA, 2007, p. 12.

A laminação a quente ocorre com peças metálicas na forma de lingotes. Esse processo, caracterizado por grandes reduções na espessura do metal, é realizado a uma temperatura superior à de recristalização do metal (no caso do alumínio, aproximadamente 350°C). A elevada temperatura utilizada no processo permite a recristalização da peça metálica, que tende a retornar a uma condição mais estável e de menor energia interna (Figura 127). A laminação a

quente permite a obtenção de chapas de 3 a 10 mm, evita o encruamento do metal e altera a sua resistência mecânica, normalmente aumentada pelo processo de deformação plástica. Dessa forma, a peça conserva sua maleabilidade e ductilidade, e o processo pode ser novamente repetido. Uma característica superficial comum a peças que foram laminadas a quente é a presença da carepa: uma camada de óxidos do metal que é formada na sua superfície pelo contato com a atmosfera.

Após a laminação a quente é possível aprimorar o acabamento final das peças por meio da laminação a frio; o processo permite a obtenção de folhas de até 0,005 mm. Como a temperatura é inferior à de recristalização do metal, a chapa torna-se encruada, aumentam os limites de resistência à deformação e de escoamento, porém a peça pode tornar-se frágil e pouco dúctil. Esse aspecto, no entanto, pode ser novamente modificado pelo recozimento da peça antes do passe final de laminação. Entre o processo de laminação a quente e a frio é possível utilizar lubrificantes, soluções ácidas ou limpeza mecânica com água para remover imperfeições formadas por camadas irregulares de óxidos (Figura 127).

Figura 127 – Modelo de laminação a frio e a quente e seu impacto na estrutura cristalina de um metal



Fonte: Adaptado do HIGGINS, 2006, p. 70.

4.2 Corte e recorte

Além dos procedimentos de conformação por laminação, as obras em metal também passaram por procedimentos de usinagem, isto é, pela remoção de metal por meio do corte, da perfuração, do torneamento ou da retífica. O corte é um processo de cisalhamento que aplica a ligas laminadas forças que atuam para romper ou separar o metal. Essa operação pode ser realizada em linha reta, em linha curva, pela perfuração com punção de orifícios ou por meio de entalhe com a remoção de uma parte do metal.

As ferramentas disponíveis para o corte manual em metais são várias: talhadeira, tesoura (elétrica ou não), serra de mão e a entalhadora ou serra tico-tico (de marcas como Makita®, Borsch® ou Dremel®). Os cortes realizados com buril, tesoura e guilhotina dão-se sem a produção de limalha, isto é, são limpos. Já os cortes realizados com serra, entalhadora e retificadora geram limalhas, imperfeições ou rebarbas (*burr*) que devem ser posteriormente removidas com limas (ARES, 2005, p. 40; GRONEMAN; FEIRER, 1967, p. 155).

O procedimento de corte nos metais pode ser realizado por meio da punção, sendo executado por máquinas de bancada portáteis popularmente identificadas como “tico-tico”. O corte de laminados de alumínio pode ocorrer com máquinas como a guilhotina (formada por duas lâminas lineares sendo uma fixa, outra móvel), por puncionamento (ferramentas de punção realizam uma perfuração), por refile (pares de facas circulares dividem as ligas laminadas longitudinalmente), por corte de disco, por serra (de fita, circular ou plana) ou pelo uso de fontes de calor como o maçarico (por arco de plasma) (ALUMÍNIO, 1994, p. 116-117). Além dessas máquinas, é possível incluir outros equipamentos de bancada: a serra circular, a serra de cinta, a serra elétrica, a rebarbadora ou retificadora e a policorte. O recorte das folhas pode ser feito com ferramentas como a serra de mão ou com sistemas mais sofisticados de corte por estampagem, com matrizes.

Nas obras de Lygia Clark em alumínio é possível observar sulcos que sugerem corte ou recorte com serra de mão. Esse aspecto é encontrado em algumas obras em alumínio, mas não em todas; nas obras em aço inoxidável esse aspecto não foi observado. Acredita-se que, nas obras em alumínio, outras ferramentas de acabamento, como as limas, foram utilizadas após o corte com serra de mão. As marcas de lima são observadas na espessura de algumas obras em alumínio e uma fotografia feita por Darcy Trigo em 1962 atesta o seu uso pela artista (PINAKOTHEKE, 2021, p. 83) (Figura 128).

Figura 128 – Registro da artista utilizando uma lima em uma obra em 1962

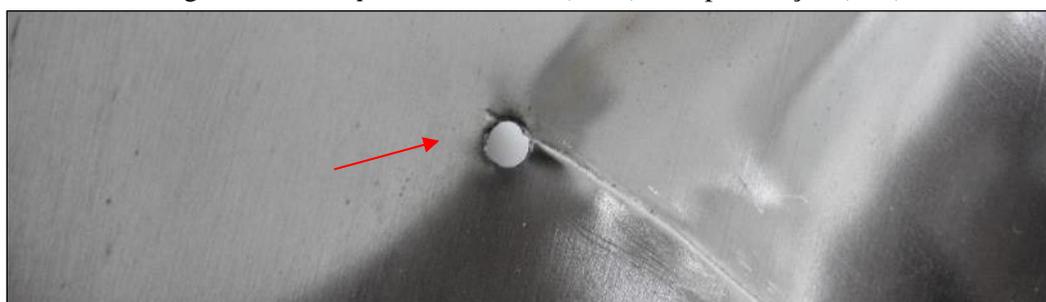


Fonte: foto de Darcy Trigo.

A elevada dureza do aço inoxidável, em comparação às ligas de alumínio, combinada com a espessura da folha ou lâmina escolhida exigirá máquinas de corte com maior potência no motor e lubrificantes à base de emulsões sintéticas (IMOA, 2020, p. 32). Quanto mais espessa a peça, maior a dificuldade no corte e maior o número de dentes por polegada. Isso ocorre porque nos aços inoxidáveis austeníticos o endurecimento causado pelas deformações plásticas durante o corte é significativo. Caso a peça seja submetida a dobras posteriores, é possível ocorrerem fissuras, que podem ser evitadas pelo recozimento (AISI, 1999, p. 4). O corte com serra manual é uma alternativa, mas é mais demorado que o corte mecanizado. Esse procedimento, por sua vez, deve ser realizado com cuidado, pois tende a aquecer a lâmina do equipamento, que pode se romper, já que o aço austenítico é um metal com baixa condução térmica, propriedade que dificulta a dissipação de calor. O corte nas folhas é menos trabalhoso, porém deve ser realizado sobre uma bancada de madeira para, novamente, não provocar deformações indesejáveis no metal (AISI, 1999, p. 5).

As duas obras da artista feitas em aço inoxidável apresentam folhas com espessura de 0,5 mm, que corresponde à metade do valor normalmente encontrado para as folhas em alumínio. Somente nas obras em aço inoxidável existem cortes com orifícios (Figura 129). Esses orifícios são normalmente indicados para recortes internos no metal; eles facilitam a inserção da lâmina de corte. Acredita-se que os orifícios poderiam também evitar o surgimento de fissuras no metal.

Figura 129 – *Trepante* do MFAH (1965) com perfuração (seta)



Crédito: Foto do autor.

4.3 Dobra e Enrolamento

As técnicas de dobra e enrolamento resultam de processos de conformação metálica com modificação definitiva na forma da folha. A dobra pode ser realizada mecanicamente com máquinas como a viradeira. Entretanto, o mesmo resultado pode ser obtido manualmente, por meio do posicionamento da folha sobre a quina de uma superfície e do uso de um martelo de borracha, de modo a conformar o metal de acordo com a superfície subjacente.

O enrolamento⁷⁰ pode ser feito de duas formas básicas: mecanicamente, por meio de prensas mecânicas que utilizariam uma matriz e um sistema de punção; ou manualmente, com um martelo de borracha. Os dois métodos podem ser diferenciados pelo exame da superfície do metal enrolado, isto é, da articulação; uma superfície lisa e contínua pode indicar o uso de uma máquina, enquanto uma com planos ou multifacetada sugere fabricação manual. Além disso, também é possível verificar o aspecto de topo da articulação: um enrolamento fechado é indício do uso de máquina, enquanto um aberto sinaliza para um procedimento manual.

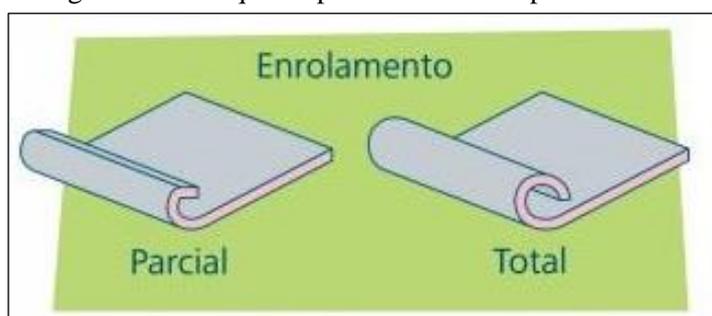
Existe também a possibilidade de a dobra ou o enrolamento ter sido feito antes do recorte. Nesse caso, a serra de mão facilitaria a produção de incisões, pois a lâmina é fina e

⁷⁰ O termo “enrolamento” é mencionado por Bresciani Filho e Bento da Silva (2011, p. 62) como um tipo específico de conformação. No caso das obras examinadas, esse procedimento permitiu que as bordas dos recortes fossem deformadas e viradas de modo a envolver a haste de metal e quase se encontrar com o início do recorte. Ao final do processo, os recortes apresentarão o aspecto de um cilindro quase totalmente fechado.

poderia adentrar a peça sem deformar a parte da folha já enrolada. Contudo, procedendo dessa forma, todas as articulações estariam enroladas em um único sentido. Nesse caso, seria necessário alternar a posição das subdivisões.

A conformação das folhas pode demandar processos de flexão, que englobam a estampagem profunda ou o embutimento e processos de conformação geral. Nesse último procedimento, as folhas podem ser submetidas a diversas configurações, porém uma delas se destaca pela proximidade com o objeto de estudo desta pesquisa: a conformação de somente uma das bordas de uma folha metálica. Esse método pode ocorrer de duas formas: com o “enrolamento parcial” ou com o “enrolamento total” (BRESCIANI FILHO; BENTO DA SILVA, 2011, p. 63), tipicamente empregado para a produção de dobradiças (Figura 130). O enrolamento também pode ser identificado pelo termo “*beading*” (KALPAKJIAN; SCHMID, 2010, p. 402), que se aproxima da tradução literal de um dobramento “em gota” ou “em anel” (DOYLE *et al.*, 1962, p. 224).

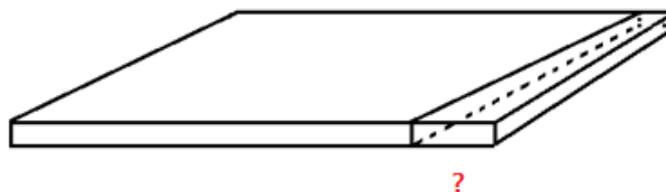
Figura 130 – Esquema para enrolamento parcial e total



Fonte: ROCHA, 2012, p. 51.

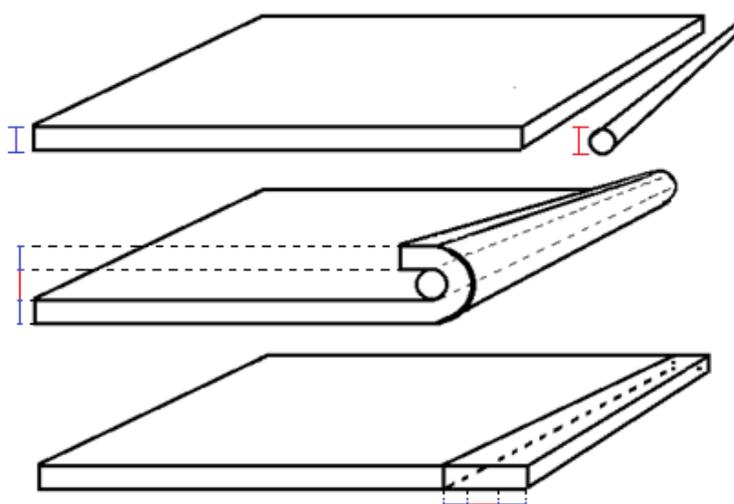
Antes de realizar o enrolamento da folha foi preciso definir a profundidade do recorte, isto é, até onde avançar na largura do recorte (Figura 133). Essa medida pode ser calculada por meio da espessura da folha do metal utilizado e do diâmetro da haste a ser inserida nas dobradiças. Com esses dados, calcula-se o comprimento da circunferência formada na etapa de enrolamento dos recortes (Figura 132). Assim, é possível reservar na folha uma medida suficiente para envolver as hastes.

Figura 131 – Modelo para identificação da medida necessária para a largura do recorte



Fonte: Desenho elaborado pelo autor.

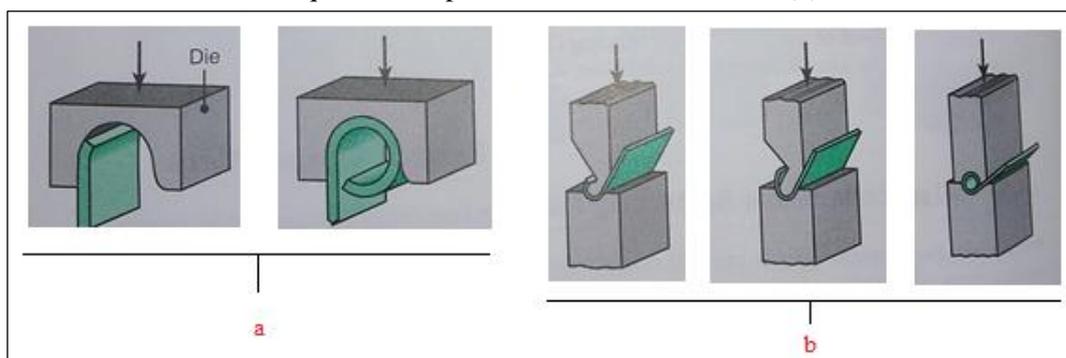
Figura 132 – Modelo para cálculo do recorte conforme espessura da haste (vermelho) e da folha (azul)



Fonte: Desenho elaborado pelo autor.

Os enrolamentos podem ser realizados na indústria por meio de prensas mecânicas (os termos *pressworking* e *press forming* são utilizados para descrever essas operações). Tais máquinas utilizam materiais que acomodam as folhas, chamados de matrizes, e um sistema de punção que entra em contato com o metal para lhe conferir as deformações plásticas desejadas (KALPAKJIAN; SCHMID, 2010, p. 382) (Figura 133). O enrolamento da borda de uma folha também pode resultar da ação de máquinas como a dobradeira. Esse engenho apresenta sistemas de regulagem do ângulo ou da curvatura da dobra. O enrolamento de uma folha também pode ser obtido por meio de outro equipamento, a calandra ou cilindro de laminação (GRONEMAN; FEIRER, 1967, p. 160). Esse aparelho permite a formação de um ângulo de dobra no metal por meio da introdução de uma folha em um sistema de cilindros.

Figura 133 – Representação esquemática de máquina de estampagem com uma única matriz (a) e máquinas com punçadores e com matriz (b)

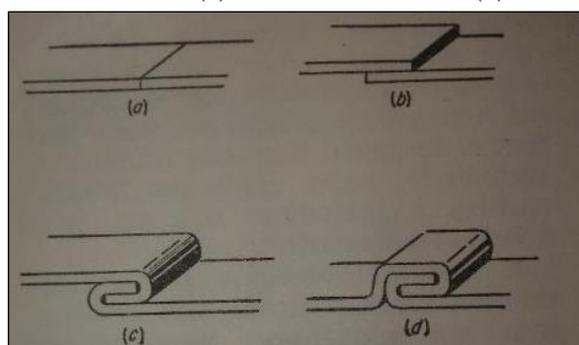


Fonte: KALPAKJIAN; SCHMID, 2010, p. 402.

O processo de enrolamento das bordas das folhas também pode ser feito manualmente, com o auxílio de um martelo de borracha ou de madeira e uma haste metálica maciça. A folha de metal deverá receber golpes do martelo, que atuará como uma ferramenta de punção cujo objetivo é forçar o metal para dentro da cavidade da haste. A folha deformada deverá acompanhar o relevo da haste metálica disposta na sua superfície, que atuará como uma matriz. Uma folha metálica também pode ser dobrada por meio de pequenas bigornas utilizadas por latoeiros, as quais permitem obter diversas formas (GRONEMAN; FEIRER, 1967, p. 162).

Outra técnica de dobra que se aproxima do princípio das técnicas de montagem é a “costura”, que consiste na união de peças pela dobra do próprio suporte que as compõe (GRONEMAN; FEIRER, 1967, p. 161). Com a exceção da costura de topo (que necessita de solda) e a costura sobreposta (que requer o uso de rebites), a costura dobrada e acanelada são mecânicas e não exige outros metais ou aquecimento. No caso da costura acanelada, somente um martelo e um entalhador são suficientes para promover a dobra e união das peças (Figura 134). A costura acanelada foi observada nas obras *O antes é o depois* (1963) da Coleção Setúbal e *Trepante* do MFAH.

Figura 134 – Ilustração para tipos de costura em metais: de topo (a), costura sobreposta (b), costura dobrada (c) e costura acanelada (d)



Fonte: GRONEMAN; FEIRER, 1967, p. 161.

A dobra é um procedimento que ocorre tanto nas obras em alumínio quanto nas obras em aço inoxidável. Nas primeiras, ela ocorre em alguns locais de modo a formar um ângulo reto, como em o *Relógio de sol*; e em algumas bordas, por meio de um subprocesso chamado de enrolamento. Nas segundas, ela ocorre nos locais de encaixe e também, sutilmente, em várias outras regiões da peça.

4.4 Acabamentos superficiais nas ligas de alumínio

Os acabamentos mecânicos são aplicados para modificar a aparência da superfície de um metal após os métodos de fabricação escolhidos para cada peça, como por exemplo a fundição (metal fundido em um molde), a laminação a quente e a frio (para produção de chapas e folhas), e a extrusão (para tubos e canos). De modo geral, peças de alumínio fundidas têm superfície com coloração acinzentada e aspecto homogêneo. Nos objetos laminados a quente (espessura acima de 6,35 mm) é possível encontrar uma coloração azulada e escurecida ou uma certa descoloração e escurecimento na superfície (JESTER, 2014, p. 17). Enquanto as peças laminadas a frio são de menor espessura (1,57 mm), apresentam a superfície com maior brilho, lisura e homogeneidade que aquela obtida no processo de laminação a quente. Por fim, as peças extrudadas costumam apresentar linhas (estrias) longitudinais (JESTER, 2014, p. 13).

Para as obras em alumínio e em aço inoxidável, o mais provável é que a artista tenha adquirido as ligas metálicas já laminadas de fábrica, inicialmente a quente e posteriormente a frio. Essa suposição baseia-se na necessidade do uso de máquinas industriais, produtos químicos tóxicos, operadores treinados, tanques e fornos de grande porte para a limpeza, dentre outros equipamentos. Em seguida, as peças podem passar por outros acabamentos que não costumam ser aplicados pela fabricante. O primeiro deles é o polimento mecânico, de fundamental importância, pois todo o aspecto final da peça depende dele. Após esse processo o acabamento pode ser concluído ou prosseguido pelo tratamento químico. Essa etapa não consiste, necessariamente, em um processo de acabamento, mas em uma etapa intermediária e necessária para o recebimento de outras coberturas, como a pintura, o esmalte e a anodização (NAAMM; NOMMA, 2006, p. 16).

Os revestimentos superficiais em ligas de alumínio correspondem a técnicas que visam a proteger a superfície desse metal contra a corrosão, além de possibilitar diferentes acabamentos estéticos (brilho, opacidade e cor). A *Aluminum Association* divide em três categorias básicas os acabamentos superficiais em ligas de alumínio. As categorias são identificadas por letras: acabamento mecânico (M), químico (C) e por cobertura. Os

acabamentos por cobertura podem ser divididos em outras cinco subcategorias, são elas: por revestimento anódico (A), orgânico ou resinoso (R), vítreo (V), por eletrodeposição ou outras coberturas metálicas (E)⁷¹ e por laminação (L). Além das letras, também é possível adicionar números que especificam variações realizadas durante o processo (Quadro 18).

Quadro 16 – Nomenclatura para tipos de acabamento em ligas de alumínio e o seu significado

Série	Significado e Designação
M	<p>O acabamento mecânico consiste em um tratamento que altera a textura do metal por meio de deformações superficiais com ou sem remoção do metal e sem a utilização de tratamentos químicos ou eletroquímicos; a letra “M” faz referência a todos os acabamentos mecânicos.</p> <p>Exemplo: M10 – Fabricado (<i>as fabricated</i> ou <i>mill finish</i>): É produzido pela textura deixada pelas máquinas nas peças após processo de fabricação (laminação a frio ou a quente, extrusão ou fundição). É um dos mais simples de ser obtido, apresenta baixo custo e é frequentemente empregado na arquitetura.</p> <p>Outros exemplos: M20 – Lustramento (<i>buffing</i>), M30-Textura direcionada (<i>directional textured finishes</i>)⁷², M40-Textura não direcionada (<i>non directional textured finishes</i>), M50 – Embutimento (<i>patterned finish</i>).</p>
C	<p>O tratamento químico é utilizado como uma etapa intermediária do processo de acabamento. Pode ser empregado para limpeza superficial, mas também para a produção de acabamento com opacidade ou brilho e inclusive como preparação para a adesão de coberturas orgânicas.</p> <p>Exemplo: C10 – Limpeza: remoção de particulados, gordura ou graxa de resíduos de lubrificantes utilizados no tratamento mecânico e formados sobre as peças. A limpeza pode ocorrer por meio de enxágue (<i>soak cleaning</i>), desengraxamento (<i>degreasing</i>) e/ou desoxigenação, isto é, a remoção da fina camada de óxidos de alumínio formada durante o acabamento da peça.</p> <p>Outros exemplos: C20 Causticação (<i>etching</i>), C30 Abrilhantamento (<i>Brightening</i>), C40 Coberturas por conversão (<i>Conversion coatings</i>).</p>
A	<p>A anodização consiste na formação de uma camada de óxidos protetora artificialmente produzida por meio da oxidação acelerada da superfície do metal; é uma alternativa para proteção das peças de alumínio expostas a meios corrosivos ou abrasão. O processo é também descrito como um revestimento dito “de conversão”, pois resulta da conversão do metal em uma camada de óxidos.</p>
E	<p>A eletrodeposição aumenta a resistência ao desgaste, à abrasão, à erosão e à condutividade elétrica, além de melhorar a soldabilidade.</p>
R	<p>A aplicação de revestimento orgânico confere proteção e acabamento estético.</p>
V	<p>O revestimento por vitrificação (esmalte) permite formar um filme com forte adesão ao metal, sendo mais resistente à abrasão que o orgânico, e similar aos revestimentos por anodização.</p>
L	<p>Coberturas por laminação.</p>

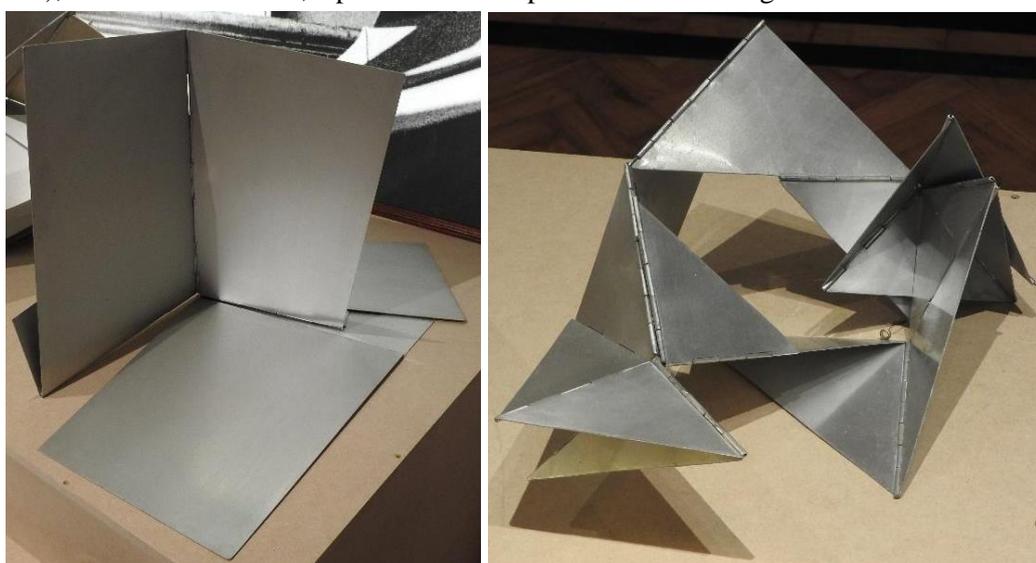
Fonte: Adaptado de NAAMM; NOMMA, 2006, p. 18; COSTA, 2019, p. 55.

⁷¹ A técnica “Alclad” foi criada em 1927 e consiste na tentativa de aumentar a corrosão de ligas da série 2xxx da indústria aeroespacial por processo de proteção catódica com *cladding* com liga 1050 (VARGEL, 2004, p. 197).

⁷² Uma das formas de se obter esse acabamento consiste em passar uma escova de aço sobre a superfície do metal. Como resultado, a superfície fica marcada e com aspecto semelhante a um cabelo penteado, motivo pelo qual os metais que passam por esse processo são chamados de “escovados”. Esse acabamento costuma ser utilizado para remover marcas de solda ou de emendas.

As obras de Lygia Clark, conforme informação fornecida pela ACLC, apresentam a superfície fosca, enquanto suas réplicas apresentam a superfície brilhante⁷³. Não é possível afirmar exatamente qual acabamento foi empregado dentre os citados (Figura 135 e Figura 138), porém o exame visual de obras da artista em exposições⁷⁴ indicou que há pelo menos três tipos de acabamentos na superfície do alumínio: uma fosca, uma com brilho médio e outra com brilho alto (especular) (Figura 135, Figura 140 e Figura 137). Dessa forma, torna-se necessário investigar, no futuro, a relação entre as ligas metálicas e seus acabamentos.

Figura 135 e Figura 136 – *Bicho (Monumento a todas as situações)* (1960) e *Bicho (Caranguejo)* (1960), ambas em alumínio, a primeira com superfície fosca e a segunda com brilho mediano



Crédito: Fotos do autor.

⁷³ - Álvaro Clark: “[...] eles (*Bichos*) não são brilhantes, eles são foscos. Os *Bichos* brilhantes são réplicas.” Entrevista realizada por João Henrique Ribeiro Barbosa com Álvaro Edwards Clark, presidente da Associação Cultural Lygia Clark (ACLC) na sua residência nos dias 26 e 29 de novembro de 2018. Não publicada.

⁷⁴ Como exemplo, podemos citar a exposição *Lygia Clark (1920-1988): 100 anos* realizada na Pinakothek Cultural do Rio de Janeiro (23 de agosto a 23 de outubro de 2021). Nesse evento foram exibidas 17 obras da série *Bichos*, todas certificadas e em alumínio. Além dessa série, exibiram-se também dois *Trepantes*, possivelmente um em aço inoxidável e outro em liga de cobre, além de um *Bicho (O antes é o depois)* em aço inoxidável e uma *Caixa Trepante* em cobre.

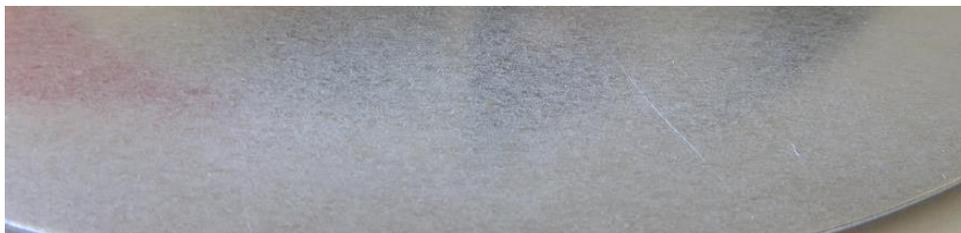
Figura 137 – *Bicho (Radar)* (1960) em alumínio com brilho especular



Crédito: Foto do autor.

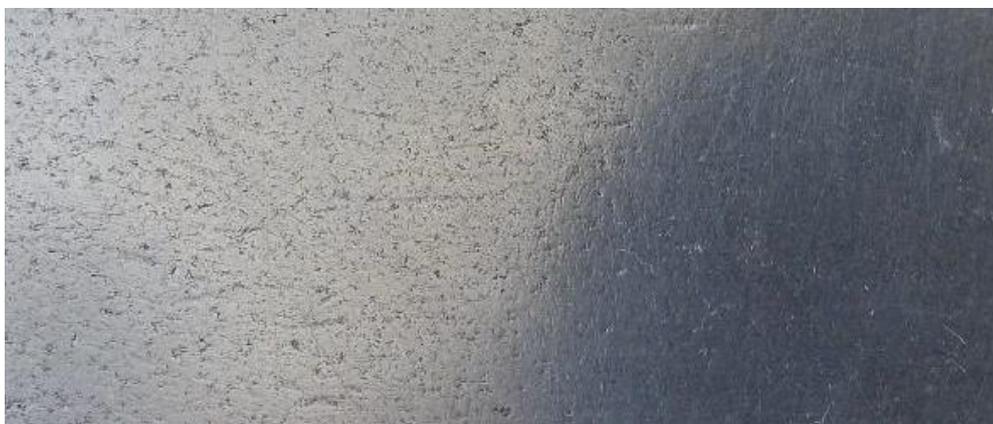
O exame visual de *Bicho relógio de sol* (1960-63) do MAM-RJ indicou que a superfície de alumínio apresenta brilho mediano, pois nota-se um reflexo difuso (Figura 138). A superfície da obra *Bicho* (1963) é cinza-prateada, com brilho mediano (Figura 139). A superfície de *Bicho* (1960) está entre um brilho de mediano para opaco (Figura 140).

Figura 138 – *Bicho relógio de sol* (1960-63) do MAM-RJ com detalhe da superfície



Crédito: Foto do autor.

Figura 139 – Superfície de *Bicho* (1963) da Coleção Setúbal



Crédito: Foto do autor.

Figura 140 – Superfície de *Bicho* (1960) da Coleção Setúbal

Crédito: Foto do autor.

Dando prosseguimento aos acabamentos superficiais nas ligas em metal, o revestimento por anodização é um tratamento que costuma ser aplicado em peças de alumínio. O nome do processo, “anodização”, se deve ao fato de que nele o alumínio atua como ânodo, isto é, como a parte que oxida. O processo completo consiste em cinco etapas que podem ser intercaladas por processos de rinsagem: a limpeza (*cleaning*), o banho ácido (*etching/desmuting*), a anodização (*anodizing*), o tingimento (*coloring*) e a selagem (*sealing*).

Cada processo é realizado em um tanque distinto onde as peças são sucessivamente imersas e posteriormente suspensas. As duas primeiras etapas (limpeza e banho ácido) removem resíduos metálicos dos processos de polimento e permitem a obtenção de um revestimento mais contínuo e uniforme. O revestimento por anodização é normalmente aplicado após as etapas de laminação e limpeza química das folhas, pois a presença de particulados, gordura ou graxa de resíduos de lubrificantes produzidos durante essas duas etapas pode interferir na homogeneidade e na adesão da camada de óxidos (Figura 141).

Figura 141 – Peças de alumínio suspensas prontas para serem imersas e receberem revestimento por anodização



Fonte: OSBORN, 2014.

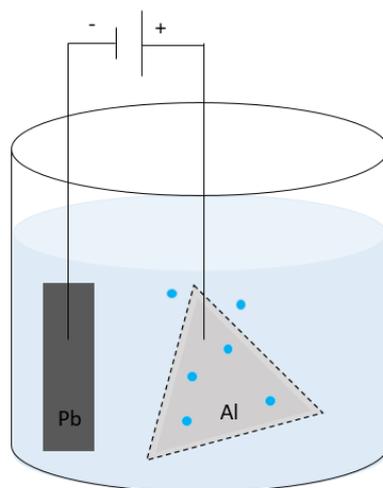
Na anodização, que consiste na terceira etapa do processo, a peça metálica é submersa em um banho eletroquímico (solução eletrolítica) composto por um ácido (pode ser o sulfúrico, o oxálico, o crômico, o fosfórico ou outras misturas); o mais comum deles é o ácido sulfúrico (AAC, 2013, p. 3; SELWYN, 2019, p. 17). Essa solução tem a função de ionizar a água e torná-la condutora de eletricidade. Além do alumínio (ânodo) imerso em um tanque com solução eletrolítica, é possível incluir outra peça metálica que atuará como cátodo; ambas as peças metálicas (eletrodos) estarão conectadas a uma bateria ou fonte de corrente elétrica (Figura 142).

Para a imersão e suspensão das peças é necessário o contato das peças de alumínio com pregadores ou o seu apoio em um fio metálico (de titânio ou alumínio). Essa superfície de contato poderá produzir marcas ou áreas nas quais a cobertura anódica está ausente ou ostenta menor intensidade (“*rack marks*”). Acreditamos que, nas obras *Bicho relógio de sol* (1960) da Fundação Nemirovsky e *Bicho (máquina)* (1962) do MFAH, a área cinza-prateada com exposição do metal base corresponde ao local onde houve o contato e a suspensão das peças de alumínio; nela o revestimento anódico está ausente (Figura 143 e Figura 144)

No caso de peças que fazem parte de um conjunto, recomenda-se que a anodização ocorra em cada peça, separadamente, antes da montagem final do objeto. Isso porque a presença de partes parafusadas, grampos, pinos ou afastamentos pode criar regiões com características distintas que facilitam o surgimento da corrosão diferencial durante o processo de anodização (OSBORN, 2014). Essas duas limitações técnicas (necessidade de superfície de contato para

sustentar o alumínio no tanque e a ausência de partes montadas) sugerem que as obras de Lygia Clark em alumínio anodizado foram montadas após o revestimento. Sendo assim, é possível que cada peça tenha sido inserida separadamente nos tanques de anodização, após o corte e o recorte, porém antes da dobra e do enrolamento.

Figura 142 – Modelo esquemático para processo de anodização de uma peça de alumínio (ânodo/oxida) e chumbo (cátodo/reduz) em uma solução eletrolítica



Fonte: Desenho elaborado pelo autor.

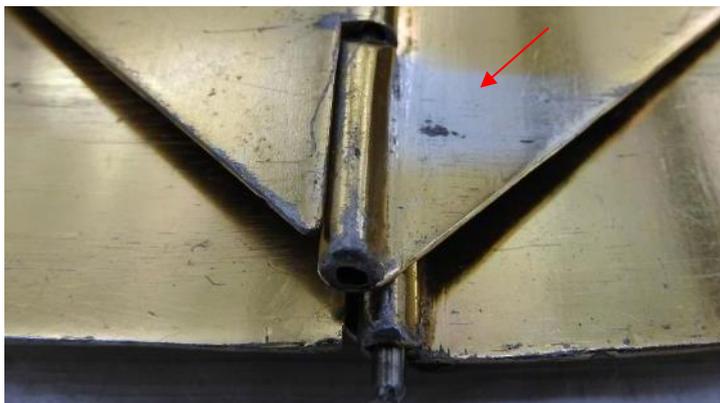
A superfície da obra da Fundação Nemirovsky tem coloração amarelada, é fosca e, de modo geral, uniforme. Em apenas dois locais, observou-se uma tonalidade menos intensa do amarelo presente no restante da obra ou áreas com o revestimento amarelo incompleto; essa evidência sugere que nesses locais o metal base (alumínio de coloração cinza-prateada) ficou evidente (Figura 143). Essa mesma situação também foi identificada em *Bicho (máquina)* do MFAH, que tem superfície amarelo-metálico. Nas áreas onde foi possível identificar a ausência desse revestimento de coloração amarelada observou-se a tonalidade cinza-metálico levemente azulada, característica do alumínio, isto é, do metal base (Figura 144).

Figura 143 – *Bicho relógio de sol* (1960) da Fundação Nemirovsky com superfície cinza-prateada exposta (seta)



Crédito: Foto do autor.

Figura 144 – *Bicho (máquina)* (1962) do MFAH com revestimento amarelo (aspecto geral) e faixa cinza prateada com o metal base aparente (seta)

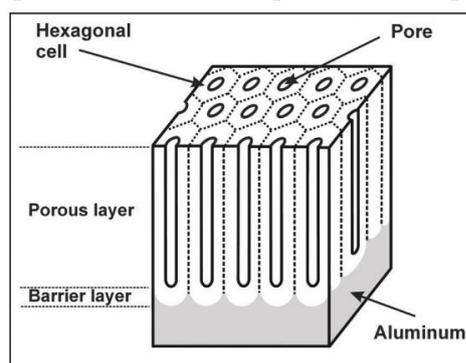


Crédito: Foto do autor.

A camada de óxidos formada durante a anodização é semelhante à sobreposição de várias células hexagonais que apresentam no seu interior aspecto semelhante a longos canais que serão responsáveis por conferir porosidade à camada (Figura 145). Após a anodização é necessário selar a camada porosa formada, submergindo-a em uma solução de água em ebulição, a fim de tornar a superfície mais resistente à corrosão atmosférica (GENTIL, 2011, p. 251-252).

Após o término dessa última etapa o processo está concluído e a superfície do alumínio apresenta aspecto incolor ou transparente (*clear*), com coloração muito próxima da original (cinza-esbranquiçado), quando o processo é iniciado. O revestimento anódico confere, por si só, um acabamento brilhante à superfície do alumínio, porém essa característica depende das condições anteriores ao processo (limpeza mecânica e química). Assim, se a superfície do alumínio esteve exposta a uma decapagem ácida opaca, o brilho após a anodização será reduzido. Porém, se a decapagem produziu uma superfície com lustre, após a anodização ela será enfatizada (STEVENSON, 1994, p. 483). Além disso, as imperfeições da superfície de uma liga de alumínio não são ocultadas após o processo de anodização. Dessa forma, abrasões e riscos formados antes ou durante o processo permanecem após o seu término (AAC, 2021). Na verdade, a presença de riscos e abrasões pode até ser enfatizada, sendo, portanto, fundamental a limpeza e polimento da peça antes do início desse processo (STEVENSON, 1994, p. 487).

Figura 145 – Aspecto da superfície do alumínio após terceira etapa do processo de anodização



Fonte: SELWYN, 2019, p. 18.

O processo de anodização como um todo é complexo, pois cada fabricante pode estipular qual solução química será utilizada (que ácidos compõem o meio eletrolítico), a temperatura do tanque, a voltagem e a densidade da corrente elétrica, a duração do tratamento e a espessura da camada anódica (NAAMM; NOMMA, 2006, p. 18). Além disso, particularmente após a etapa de anodização, ainda é possível tingir a superfície porosa da camada de óxidos a partir de quatro processos distintos, denominados anodização por tingimento, por deposição eletrolítica, por coloração integral e, mais recentemente, o colorido por interferência (Quadro 17).

Quadro 17 – Processos disponíveis para o tingimento de camada gerada por anodização

Tratamento	Características
Tingimento (<i>Dye</i>)	Após anodização a peça é imersa em solução líquida que contém corante dissolvido. A cobertura anódica porosa absorve o corante. A intensidade da cor está relacionada com a espessura do filme anódico, a concentração do corante, o tempo de imersão e temperatura, entre outros fatores.
Deposição eletrolítica (<i>Electrolytic Coloring</i>)	Processo realizado em duas etapas. Após a anodização, a peça é imersa em um banho que contém um sal metálico inorgânico. Uma corrente é aplicada de modo que os depósitos salinos metálicos se depositam na base dos poros. A cor resultante depende do metal utilizado e das condições do processo (a variedade de cores pode ser ampliada pelo tingimento por corantes orgânicos). Os metais mais utilizados são: estanho, cobalto, níquel e cobre.
Coloração integral (<i>Integral Coloring</i>)	Processo realizado em uma única etapa, pois combina anodização e coloração para simultaneamente formar e colorir a camada de óxidos; as cores podem apresentar tons de bronze e preto e maior resistência à abrasão que os métodos convencionais de anodização. Recorrente para aplicação em arquitetura.
Coloração por interferência (<i>Interference Coloring</i>)	Procedimento realizado em três etapas, foi recentemente descoberto (anos 2000). Envolve modificação na estrutura do poro formado na anodização por ácido sulfúrico. O alargamento da base do poro permite deposição de metais e amplia a faixa de cores a serem formadas (do azul, para o verde, amarelo e vermelho). As cores são causadas por efeitos de interferência ótica, em vez de pelo espalhamento da luz (processo de coloração eletrolítica).

Fonte: STEVENSON, 1994, p. 490; AAC, 2013, p. 3.

A *Aluminum Association* (AA) acrescenta dois dígitos à letra “A” conferida aos tratamentos por anodização e assim distingue quatro categorias disponíveis, aqui citadas em ordem crescente de espessura: a geral (A1), a protetora e decorativa (A2) e as classes arquitetônicas I (A3) e II (A4) (Quadro 18). A classificação “anodização dura” (*hard anodizing*) é menos precisa, mas recorrente no meio comercial; ela indica camadas com espessuras de 25 a 100 μm .

Quadro 18 – Principais acabamentos anódicos para ligas de alumínio, sua nomenclatura e características

Tratamento	Características
A1 (Geral)	Exemplos: A10 – Indefinido; A11 – Preparação para aplicação de outras coberturas; A12 – Cobertura por ácido crômico; A13 – Dura, cobertura resistente a desgaste e abrasão.
A2 (Protetora e decorativa)	Espessura: < 10 μm . Exemplos: A21 – Transparente; espessura da cobertura a ser definida; A22 – Coloração integral; espessura da cobertura a ser definida. A cor depende da liga e das condições do processo; A23 – Coloração impregnada; espessura da cobertura a ser definida; A24 – Deposição eletrolítica de elementos metálicos; espessura da cobertura a ser definida.
A3 (Classe Arquitetônica II)	Espessura: entre 10-18 μm . Exemplos: A31 – Transparente; A32 – Coloração integral; A33 – Coloração impregnada; A34 – Deposição eletrolítica Aplicação: na arquitetura, em painéis internos.
A4 (Classe Arquitetônica I)	Espessura: > 18 μm . Exemplos: A41 – Transparente; A42 – Coloração integral; A43 – Coloração impregnada; A44 – Deposição eletrolítica. Aplicação: na arquitetura, em painéis internos ou externos.

Fonte: NAAMM; NOMMA, 2006, p. 19; DAVIS, 1998, p. 13; COSTA, 2019, p. 125⁷⁵.

A camada de revestimento formada no final do processo apresenta diversas vantagens importantes: é extremamente dura, resistente a corrosão, abrasão e descoloração; é durável, aderente e não se desprende da superfície do metal, já que faz parte da sua constituição (nos revestimentos orgânicos insere-se uma película sobre a superfície do metal). Dessa forma, a

⁷⁵ Para mais informações sobre a aparência da superfície, características de cada processo e outros exemplos, acessar o site: Aluminum Anodizer Council (AAC), Anodizing Reference Guide – Find Technical Details. Disponível em: <https://www.anodizing.org/page/anodizing-reference-guide>. Acesso em: 4 ago. 2021.

anodização permite aperfeiçoar a aparência decorativa da superfície (a superfície porosa pode ser tingida), além de possibilitar espessuras variáveis conforme o processo escolhido pelo fabricante.

Vale a pena ressaltar que a camada de óxidos protetora que é formada naturalmente pela corrosão do alumínio quando exposto naturalmente ao ambiente, diferentemente da produzida pelo processo de anodização, é suave, irregular, heterogênea e extremamente fina. A título de comparação, a camada de óxidos naturalmente formada na superfície do alumínio apresenta uma espessura reduzida (0,001-0,003 μm), porém após o processo de anodização pode ser aumentada (20-200 μm) (GENTIL, 2011, p. 252).

No caso de ligas de alumínio em que não se sabe previamente se houve ou não a aplicação de revestimento por anodização (já que a camada de óxidos pode ser incolor ou tingida), torna-se difícil afirmar, unicamente com base no exame visual, se há ou não a presença desse tratamento, visto que, como mencionado, a anodização pode ser fosca ou com brilho, conforme tratamentos mecânicos ou químicos realizados anteriormente. Essa é a situação de praticamente todas as obras da artista Lygia Clark em alumínio que não têm a superfície amarela, aspecto comumente obtido por processo de anodização.

Contudo, sabendo que a camada de óxidos formada em peças revestidas por anodização atua como um isolante elétrico, é possível utilizar um voltímetro para medir a resistência da corrente elétrica na superfície do metal. Dessa forma, medições elevadas podem indicar maior dificuldade na passagem das cargas, e portanto, a presença de camada de anodização; medições reduzidas, por outro lado, sugerem a ausência de revestimento por anodização (OSBORN, 2014, s.p.; COSTA, 2019, p. 125).

A teoria por detrás da técnica de revestimento por anodização é complexa, mas na prática a operação é relativamente simples. Sua utilização na indústria pode envolver equipamentos pesados, com alta periculosidade e risco de contaminação. Os banhos à base de ácido sulfúrico, por exemplo, devem ser contidos por tanques de chumbo, aço inoxidável ou por materiais inteiramente orgânicos como plástico e borracha. No sistema eletroquímico, peças de chumbo ou de alumínio podem funcionar como o catodo. Caso o ácido sulfúrico seja o meio eletrolítico selecionado, a temperatura nos tanques deve ser mantida entre 20 a 30 °C com ventilação e agitação para evitar a formação de bolhas na superfície do alumínio (STEVENSON, 1994, p. 488). Por outro lado, atualmente, essa técnica também está acessível para o público leigo por meio de sistemas de baixa densidade da corrente (*Low Current Density*

- LCD)⁷⁶. Na iniciativa privada, a loja canadense *Emerald Coatings* fornece produtos a baixo custo, disponibiliza conjuntos de peças e ferramentas bem como manuais e recomendações práticas para a aplicação de revestimentos anódicos⁷⁷.

Entre as obras em alumínio de Lygia Clark a anodização amarela parece estar presente em *Bicho relógio de sol* da Fundação Nemirovsky e *Bicho máquina* do MFAH. Esse revestimento não é recorrente nos trabalhos da artista, mas foi aparentemente observada em uma obra exposta em “Lygia Clark (1920-1988): 100 anos” na Pinakothek Cultural (2021) e também no *Relógio de sol* (1960) exibido em “Lygia Clark: The Abandonment of Art – 1948-1988”, exemplar pertencente ao *The Museum of Modern Art – New York City* (2014). Esse tratamento é descrito em publicações artísticas e catálogos como “*gold patina*” ou pátina dourada (BUTLER, 2014, p. 321). Entretanto, a expressão é ambígua, pois pode fazer referência à cor amarela ou à presença do elemento ouro (Au), conquanto a análise com o EDXRF revele a ausência do elemento ouro na superfície do metal.

No *Bicho relógio de sol* (1960) da Fundação Nemirovsky, observou-se uma distribuição do elemento enxofre (S) superior à das demais obras⁷⁸. No *Bicho máquina* (1962) do MFAH também foram identificados os elementos cobre, zinco, níquel e enxofre. A elevada contagem do enxofre para *Bicho relógio de sol* pode indicar o uso de revestimento por anodização com solução de ácido sulfúrico (15-25%) em água; quando utilizado, esse eletrólito deve ser empregado de acordo com condições específicas de temperatura (18°C), voltagem (14-18V), corrente (1-2 A/dm²), tempo de exposição (15-30 min), entre outros aspectos (DAVIS, 1998, p. 464) (Gráfico 10).

A anodização em ácido sulfúrico permite a obtenção de camadas finas e pouco resistentes ao desgaste e abrasão (STEVENSON, 1994, p. 483). A sua utilização pode ocorrer em refletores (2-4 µm), móveis e veículos (5-8 µm) e peças de uso arquitetônico (15-25 µm), ainda que também possa ser empregada na anodização dura (*hard anodization*; 50-100 µm) (VARGEL, 2004, p. 191). No entanto, esse meio eletroquímico só permite a obtenção de revestimento transparente e incolor; a exceção está nos produtos comerciais e patenteados

⁷⁶ CASWELL – Electroplating in Miniature. The Lcd Anodizing System. Disponível em: <https://emeraldcoatings.com/wp-content/uploads/2018/03/LCD-Anodizing-Instructions.pdf>. Acesso em: 18 out. 2021.

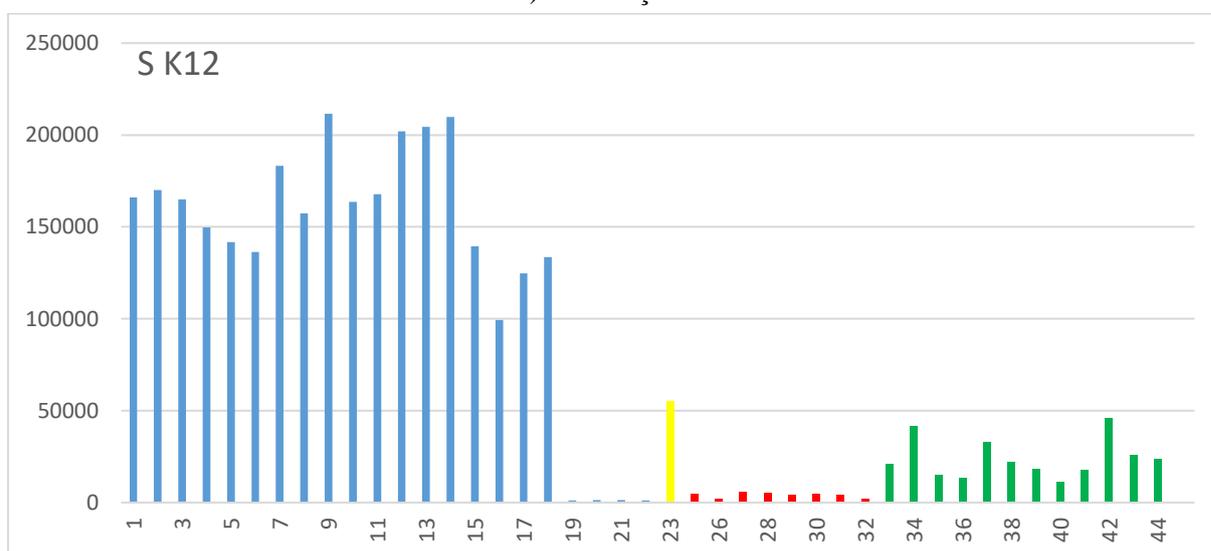
⁷⁷ CASWELL – Electroplating in Miniature. Hardcoat Anodizing System Type III. Disponível em: <https://emeraldcoatings.com/wp-content/uploads/2018/03/HARD-COAT-INSTRUCTIONS.pdf>. Acesso em: 18 out. 2021.

⁷⁸ O enxofre é um elemento de baixa massa atômica. Sendo assim, o seu baixo número de contagens por minutos deve ser considerado com cautela.

(*Oxydal*, *Anodal* e *Anoxal*), nos quais é possível obter colorações variadas de dourado, bronze e preto (DAVIS, 1998, p. 464; STEVENSON, 1994, p. 482; WHAN, 1998, p. 1419).

A anodização com ácido sulfúrico também faculta o tingimento posterior com corantes, por meio da deposição eletrolítica de íons metálicos (entre os mais comuns: Sn, Co, Ni e Cu) ou pela coloração integral (COSTA, 2019, p. 124). Alguns autores indicam que a cor amarela é mais comum em finas camadas de anodização (10-65 µm) obtidas em eletrólitos de ácido oxálico (1-5%) (DUNCAN, 1988, p. 29; GENTIL, 2012, p. 252).

Gráfico 9 – Distribuição do elemento enxofre (S) nas obras *Bicho relógio de sol* (1960-Azul) da Fundação Nemirovsky; *O antes é o depois* (1963-Amarelo), *Bicho* (1963-Vermelho) e *Bicho* (1960-Verde) da Coleção Setúbal



Fonte: Elaborado a partir de dados do autor.

Entre todas as séries das ligas de alumínio trabalhadas, aquelas da série 1xxx, como a liga 1100, são as que apresentam os melhores resultados para aplicação de revestimento por anodização, devido à sua elevada pureza. Outros produtos, como a liga 6061 e as séries 3xxx ou 5xxx, também apresentam bons resultados quando utilizados na anodização (FURNEAUX; GERBER, 2021, p. 30). As ligas 2024 e 7075, no entanto, podem apresentar variações na coloração devido a concentrações elevadas dos elementos cobre e zinco, respectivamente (OSBORN, 2014, p. 8). As ligas do tipo 1100, cuja aplicação pode se dar em moldes para gelatina e utensílios domésticos (comida), costuma ser submetida à anodização por ácido sulfúrico com tingimento por corante (STEVENSON, 1994, p. 483). Nas ligas trabalhadas da série 2xxx, que apresenta alguns produtos com uso na aviação, a aplicação da anodização é mais difícil que em séries como a 5xxx e 6xxx (ACC, 2021). Essa propriedade desautoriza a informação de que as ligas de alumínio utilizadas pela artista seriam do mesmo material que as empregadas nos aviões.

Nas obras com liga de alumínio na coloração cinza (*Bicho/1960; Bicho/1963; Bicho máquina/1962*), o exame visual e o EDXRF não foram suficientes para indicar se houve anodização incolor ou se esse revestimento não foi aplicado.

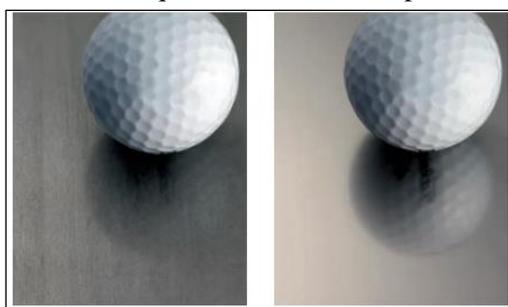
4.5 Acabamentos superficiais nas ligas de aço inoxidável

A especificação do tipo de tratamento superficial ao qual submeter os metais é uma etapa de fabricação relevante para auxiliar no aumento da resistência à corrosão e facilitar a limpeza das peças. A presença de uma superfície suavemente polida dificultará o acúmulo de sujeira e facilitará a formação de uma camada de óxidos protetora. Dessa forma, aços inoxidáveis polidos apresentam maior resistência à corrosão quando comparados a aços inoxidáveis com a superfície rugosa (NIDI, 2014, p. 9).

Uma infinidade de acabamentos superficiais pode ser indicada para aços inoxidáveis de uso arquitetônico, que se apresentam na forma de barras, tubos, chapas e folhas, entre outras formas (NAAMM; NOMMA, 2006). Os tratamentos superficiais podem ser obtidos durante a laminação do metal, como também podem ser mecânicos, químicos ou eletrolíticos, entre outros. As nomenclaturas para a identificação de cada processo variam conforme a instituição, região ou país.

O acabamento sem polimento (não polido) pode ser produzido devido ao aspecto dos próprios cilindros utilizados na própria laminação (*mill finish*); ele é simples de ser obtido e de baixo custo. A *American Society for Testing Materials* (ASMT) identifica-o pelas siglas 1D, 2D, 2B e BA (norma ASMT A-480) (Figura 146).

Figura 146 – Acabamento 1D e 2B à esquerda e à direita, respectivamente, em um aço inoxidável



Fonte: de Outokumpu (2013, p. 33).

Outra possibilidade é o acabamento polido (*polished finish*), que é mais amplo, utiliza diversos tipos de abrasivos e possibilita a combinação de sucessivas etapas. A ASMT utiliza as numerações 3, 4, 7 e 8 para fazer referência a esse processo.

Além do acabamento formado pela laminação e pelo polimento, estão disponíveis acabamentos por cunhagem ou relevo. Também existe a possibilidade de optar por acabamentos com polimento elétrico, com acréscimo de cor (eletroliticamente ou por revestimento orgânico), entre outros acabamentos especiais (NAAMM; NOMMA, 2006, p. 52; COCHRANE, 2005) (Quadro 19).

Quadro 19 – Acabamentos superficiais para aços inoxidáveis, seus números e descrições

Acabamento	Nº	Descrição
Acabamento não polido (resultante da laminação)	1D	Resulta da laminação a quente, com recozimento e decapagem ⁷⁹ . Possibilita a obtenção de uma aparência opaca com acabamento não refletivo, com textura e cor desigual; é um tratamento de menor custo e aplicado para chapas de maior espessura (acima de 3 mm).
	2D	Resulta da laminação a frio, com recozimento e decapagem. A superfície é fosca, mate e não refletiva. Na arquitetura é utilizado para telhados.
	2B	Acabamento suave, com reflexão moderada que resulta da laminação a frio, do recozimento e da decapagem seguida de laminação com cilindros brilhantes. Raramente utilizado na arquitetura.
	BA	Laminado a frio com cilindros polidos e recozido em forno de atmosfera inerte. Recozimento brilhante (<i>bright annealed</i>). Brilho obtido quando, após a laminação a frio, ocorre o recozimento. A superfície é lisa, suave e com acabamento refletivo que previne a oxidação ou a formação de carepa. É de baixo custo, acabamento intermediário para acabamentos em relevo, e menos uniforme que acabamentos com polimento; utilizado em painéis de parede.
Acabamento polido	Nº3	Material lixado em uma direção; a textura linear é obtida seja pela laminação, seja pelo polimento mecânico (lixa com abrasivos de grana 100).
	Nº4	Material lixado em uma direção; a textura linear é obtida pela laminação ou pelo polimento mecânico (lixa com abrasivos de grana 120-150).
	Nº6	Após polimento de nº4, a superfície é polida com pano embebido em pastas abrasivas. Acabamento acetinado e opaco.
	Nº7	Acabamento com alto brilho (<i>high luster finish</i>). Alto grau de refletividade. É produzido pelo polimento fino da superfície; linhas abrasivas da lixa não são removidas. Uso arquitetônico e ornamental.
	Nº8	Acabamento espelho (<i>mirror finish</i>). É altamente refletivo e pode ser obtido pelo polimento com diversas gradações de lixas e pasta de abrasivos para, em seguida, passar por lustramento. Tipicamente, fracas linhas de polimento são visíveis no produto final. Esse acabamento pode ser verificado em obras como <i>“Tall Tree and the Eye”</i> (2009) de Anish Kapoor.
Outros acabamentos mecânicos	-	Podem ser identificados por nomes genéricos como vibração (<i>vibration</i>) e polimento não direcional (<i>non-directional</i>) ou por nomes comerciais como Cabelo de Anjo (<i>Angel Hair</i>) [®] e Suede [®] . Os acabamentos mecânicos por polimento e escovação são formados pelo uso de discos abrasivos; quanto mais grosseira for a superfície do metal mais indicado ele será para um uso interno (menor concentração de sujidades). O tratamento pode ser realizado com ou sem lubrificante e o uso desse material permitirá maior ou menor lustre na superfície. Esse acabamento foi empregado no <i>“The Experience Music Museum and Walt Disney Concert Hall”</i> .

⁷⁹ Processo que remove camada de óxidos (carepa/*scale*) por meio de banho ácido de limpeza (*pickling* ou *descaled*).

Acabamento	Nº	Descrição
Acabamentos por cunhagem ou relevo	-	Tratamentos obtidos por padronagem são gerados conforme a configuração e o formato da superfície do cilindro de laminação. Aumentam a resistência mecânica de folhas por meio de deformações plásticas no metal (trabalho a frio). As superfícies com padronagem também são indicadas para o piso de ônibus e metrô, isto é, áreas com grande circulação de pessoas e com maior possibilidade de desgaste.

Fonte: NAAMM; NOMMA, 2006, p. 52; CARBÓ, 2008, p. 24-25; FODRA, 1997, p. 11⁸⁰.

A padronização dos acabamentos superficiais pela ASMT pode sofrer alterações e inovações por parte da iniciativa privada, passíveis de gerar confusão para o consumidor ou o estudioso. São exemplos desses tratamentos o polimento linha de cabelo (*hairline polish*) e o polimento de número nove ou super número oito (Nº. 9 ou Super Nº. 8). Poucas são as publicações que, além de explicar e conceituar cada tratamento, conforme as normas técnicas estabelecidas por instituições como a ASMT, registram visualmente a aparência dos materiais (NIDI, 2014, p. 9).

O exame visual de *O antes é o depois, versão 02 (1963)* da Coleção Setúbal indicou que a obra é constituída por duas peças metálicas de aspecto cinza-prateado e sem atração eletromagnética (Figura 147). A ausência de magnetismo é comum às ligas de alumínio e de aço inoxidável austenítico, sendo, portanto, comum deparar com identificações trocadas: a obra *O antes é o depois, versão 02 (1963)* é descrita no catálogo do MOMA-NY (BUTLER; PERÉZ-ORAMAS, 2014, p. 322) e no seu certificado como uma liga de alumínio⁸¹. Contudo, a identificação da obra com EDXRX portátil atestou o uso de elementos típicos de uma liga de aço inoxidável. O polimento da superfície é liso e com reflexo.

Figura 147 – *O antes é o depois (1963)* da Coleção Setúbal com superfície cinza-prateada, polida e com reflexo



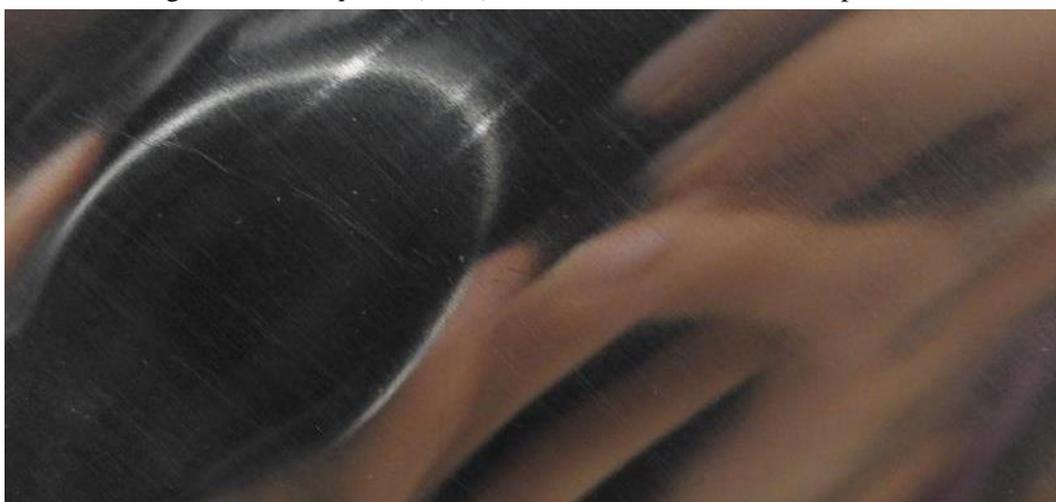
Crédito: Foto do autor.

⁸⁰ Para auxiliar no reconhecimento de alguns dos acabamentos descritos no quadro é possível visitar sítios de empresas da iniciativa privada (ver na Bibliografia o tópico “Sítios de empresas da iniciativa privada”).

⁸¹ ACOMLC – Associação Cultural “O mundo de Lygia Clark”. Certificado de Autenticidade de Obra da Artista Lygia Clark/Nº000561 – Bicho – O antes é o depois/1963. Rio de Janeiro, 17 jul. 2008. Certificado.

A obra *Trepante* (1965) do MFAH apresenta a superfície com coloração cinza-prateada e ausência de atração eletromagnética. Nela também se confirmou a presença de uma liga de aço inoxidável (Figura 148), informação que ainda é complementada pelo laudo de conservação da obra⁸² e por publicação no catálogo do MOMA-NY (BUTLER; PERÉZ-ORAMAS, 2014, p. 323). A superfície de *Trepante* apresenta brilho e reflexo e conta com linhas suaves semelhantes a uma textura direcionada.

Figura 148 – *Trepante* (1965) do MFAH com detalhe da superfície



Crédito: Foto do autor.

Nas duas obras em aço inoxidável de Lygia Clark, *O antes é o depois* da Coleção Setúbal e o *Trepante* (1965) do MFAH, a superfície apresenta brilho e reflexo. Além disso, o registro visual dessas duas criações permite afirmar que a artista está interessada em explorar formas orgânicas, curvas ou onduladas com o metal.

4.6 Montagem

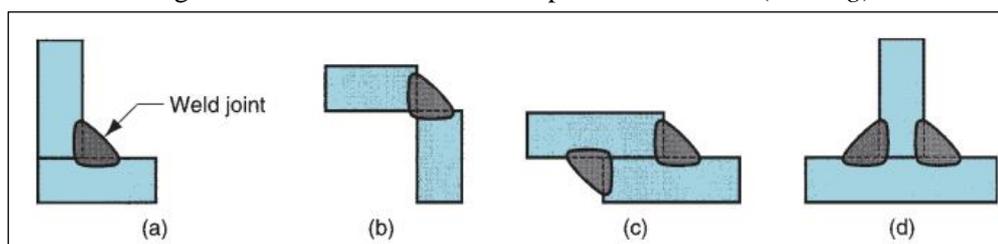
Os métodos disponíveis para a união dos metais podem ser divididos em dois grandes grupos: a união permanente mediante soldagem (*joining*), que reúne técnicas como a soldagem (*welding*), a brasagem ou solda forte (*brazing*), a soldagem fraca ou de estanho (*soldering*) ou a ligação por substância adesiva; e a montagem (*assembly*), que inclui vários métodos de junção mecânica e pode permitir a desmontagem (GROOVER, 2010, p. 693).

A soldagem (*welding*) consiste na união metalúrgica (fusão) e mecânica de duas peças de composição igual (com algumas exceções), com um material de enchimento (solda) que é fundido por meio de uma fonte externa de calor elétrico. O conjunto passa por resfriamento

⁸² GILLIES, Jane. Conservation Report - Object n° 2006.47. Houston: [s.n.], 21 jan. 2011, n.p.

natural e solidificação, que resulta na conexão sólida entre as duas peças. Para que a conexão seja adequada, a solda deve ser pontual e as peças a serem unidas (juntas) devem estar corretamente dispostas. Além disso, é necessário o uso de fundente (*flux*), substância que, entre outras funções, evitará a formação de óxidos ou contaminantes indesejáveis durante a fundição da solda. Essa técnica pode ser utilizada em ligas de alumínio (1.203°C) e aço inoxidável (1.944°C) e em ligas de cobre e de aço, magnésio, níquel e outros (GROOVER, 2010, p. 702) (Figura 149).

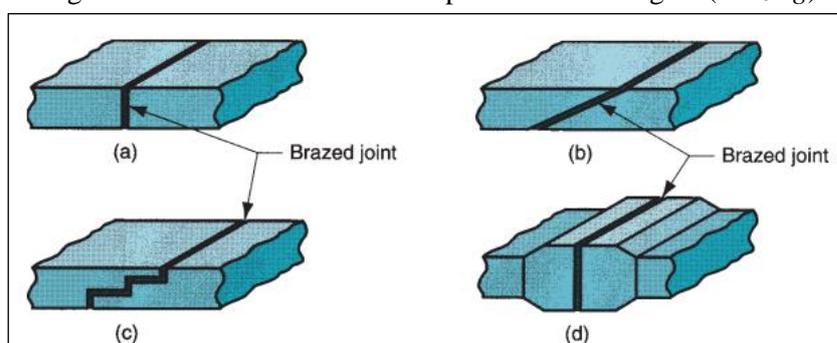
Figura 149 - Sistemas de encaixe para uso de solda (*welding*)



Fonte: GROOVER, 2010, p. 698.

Na brasagem (*brazing*), ao contrário da soldagem (*welding*), não ocorre fusão do metal base, mas somente do metal de enchimento (solda), que, por capilaridade, preenche uma área específica. Em ambos, é possível identificar algumas características em comum: as peças a serem unidas podem apresentar composição distinta, a temperatura não pode ser extremamente elevada e não é necessária a alta resistência da junção. A brasagem pode ser aplicada em ligas de alumínio (600°C) de aço inoxidável ($950-1120^{\circ}\text{C}$), de níquel e cobre, de cobre e de aço, entre outros materiais (Figura 150).

Figura 150 – Sistemas de encaixe para uso de brasagem (*brazing*)



Fonte: GROOVER, 2010, p. 698.

Entre os três processos, a soldagem fraca (*soldering*) é a técnica que necessita de menor fonte de calor, além de possibilitar maior diversidade de métodos de aplicação e reparos ou refazimentos. Nela, assim como na brasagem, ocorre a fusão somente do material de

enchimento (solda). Cuidados adicionais devem ser tomados para a limpeza da peça em aço inoxidável antes da soldagem fraca e após a sua conclusão, uma vez que resíduos de fluxo podem corroer o metal. Um quadro resumo para as técnicas de soldagem é apresentada abaixo (Quadro 20).

Quadro 20 – Resumo com principais características das técnicas de soldagem

Técnica	Temp.	Observação / Uso	Processo
Soldagem (Welding)	De modo geral: 3000-5500°C	<ul style="list-style-type: none"> - Aquecimento altera parte da microestrutura do metal base que está em contato com a solda (recristalização e do crescimento dos grãos) e, conseqüentemente, há uma diminuição na resistência mecânica, na dureza e na tenacidade do metal base. A região onde há modificação na estrutura cristalina pode ser identificada como zona termicamente afetada (ZTA). - Utilização em pontes e edifícios, tanques de armazenamento, tubos, automóveis e e vias férreas. 	<p>Processo pode ocorrer somente com pressão, somente com calor ou com ambos; necessita de fundente. É considerado permanente, de alta complexidade e periculosidade.</p> <p>Equipamentos: arco de soldagem, solda por mistura de oxigênio com outro gás (<i>oxyfuel welding</i>) ou solda por resistência. Requer capacete de proteção (UV) e exaustores.</p>
Brasagem (brazing)	De modo geral: > 450°C	<ul style="list-style-type: none"> - A espessura das peças de metal pode ser reduzida e problemas relacionados a ZTA no metal base próximo à solda são reduzidos. Entretanto, a coloração do metal de enchimento pode ser alterada em função do calor introduzido. - Uso em automóveis (tubos e canos), equipamento elétrico (fios e cabos), ferramentas de corte e joalheria. 	<p>Afastamento adequado entre as peças e limpeza da superfície são condições para o preenchimento da solda e a fixação do conjunto; necessita de aplicação de fundente. É permanente.</p> <p>Equipamentos: solda pode ser mistura de alumínio e silício, cobre, cobre e zinco, ouro e prata, ligas de níquel, ligas de prata, entre outros.</p>
Soldagem (soldering)	De modo geral: <450°C Solda: Pb+Sn (183-207°C)	<ul style="list-style-type: none"> - É técnica com menor resistência mecânica, caso não seja utilizado sistema de reforço. Os enchimentos (solda) à base de chumbo e estanho são comuns devido ao baixo ponto de fusão. - Empregada na montagem e conexão de produtos eletrônicos. 	<p>Superfície deve ser preparada e higienizada; necessita de aplicação de fundente. Não é permanente.</p> <p>Equipamentos: Solda de chumbo e estanho (Pb e Sn) pode apresentar diversas composições; outras à base de chumbo e prata, estanho e prata, zinco ou cobre também são possíveis.</p>

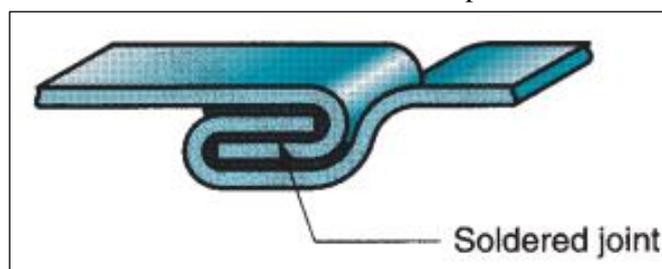
Fonte: Adaptado de GROOVER, 2010; AA, 2015.

A análise feita com o XRF, próxima ao local em que houve o encaixe com dobra, permitiu identificar a presença de, entre outros elementos metálicos, chumbo (Pb) e estanho (Sn)⁸³. Esses elementos são comumente encontrados na composição de soldas (GRONEMAN;

⁸³ Esses resultados foram discutidos no capítulo 3.

FEIRER, 1967, p. 164). Nesse sentido, supõe-se que tenha sido adicionado um segundo metal na costura acanelada, de modo que o aquecimento levou à fundição do metal e à formação da solda (Figura 153).

Figura 151 – Sistema de encaixe com costura acanelada para uso de solda fraca (*soldering*)



Fonte: GROOVER, 2010, p. 755.

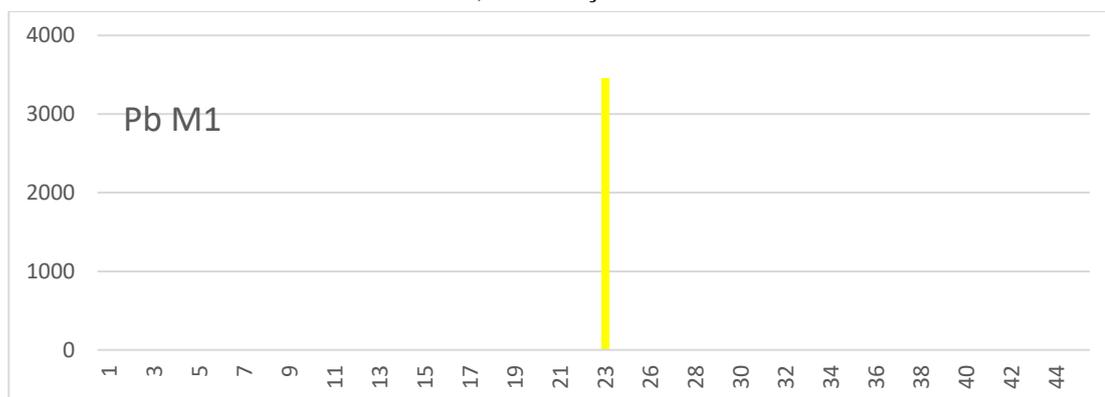
Nas obras *O antes é o depois* e *Trepante*, o exame visual indicava a presença da junção das peças por processos de dobra com a possibilidade do uso de solda. No *Trepante*, no local de dobra, não foi possível verificar a utilização de um outro metal. Em *O antes é o depois* observou uma linha escurecida no local de dobra (Figura 152). Em *O antes é o depois*, a análise com EDXRF na área de dobra identificou a presença de chumbo e estanho, elementos de emprego comum como enchimento (solda) de técnicas como a soldagem fraca (*soldering*). A relação das medições (eixo X) e os pulsos desses elementos (eixo Y) estão indicados abaixo (medições de 19 a 23, em amarelo) (Gráfico 10 e Gráfico 11). Não se registrou a presença de chumbo e estanho nas áreas de dobra da obra *Trepante* (1965) do MFAH.

Figura 152 – Linha escurecida em *O antes é o depois* da Coleção Setúbal, próxima ao local de dobra e encaixe: indicação de uso de solda



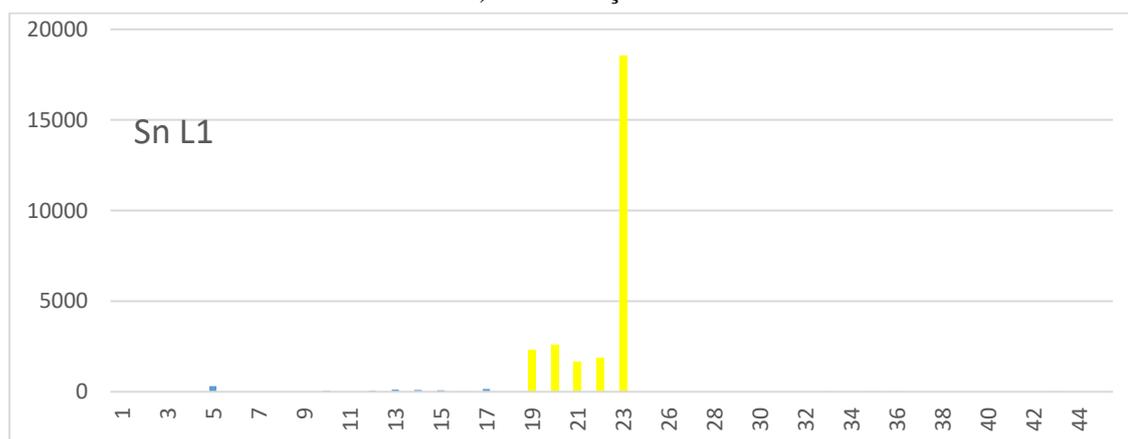
Crédito: Foto do autor.

Gráfico 10 – Distribuição do elemento chumbo (Pb) nas obras *Bicho relógio de sol* (1960-Azul) da Fundação Nemirovsky; *O antes é o depois* (1963-Amarelo), *Bicho* (1963-Vermelho) e *Bicho* (1960-Verde) da Coleção Setúbal



Fonte: Elaborado a partir de dados do autor.

Gráfico 11 – Distribuição do elemento estanho (Sn) nas obras *Bicho relógio de sol* (1960-Azul) da Fundação Nemirovsky; *O antes é o depois* (1963-Amarelo), *Bicho* (1963-Vermelho) e *Bicho* (1960-Verde) e da Coleção Setúbal



Fonte: Elaborado a partir de dados do autor.

A técnica de soldagem fraca (*soldering*) é raramente utilizada na atualidade devido a sua baixa resistência mecânica. Embora ainda possa ser utilizada na arquitetura, no processamento de alimentos e em encanamentos, ela vem sendo substituída, em grande parte dos casos, por processos de soldagem (*welding*) (SSINA, s.d., p. 13). Esse procedimento é mais indicado para os aços austeníticos das séries 200 e 300, assim como para os aços inoxidáveis endurecidos por precipitação (NIDI, s.d., p. 28). Diversas combinações podem ser escolhidas para a composição da liga (Pb, Sn, Ag, Sb) que deverá fundir e unir as duas peças de aço inoxidável (austenítico); a proporção dos elementos na solda deve ser de pelo menos 50:50 de estanho e chumbo (182-216°C), porém também é possível encontrar misturas de 60:40 (182-190°C) (SSINA, s.d., p. 14).

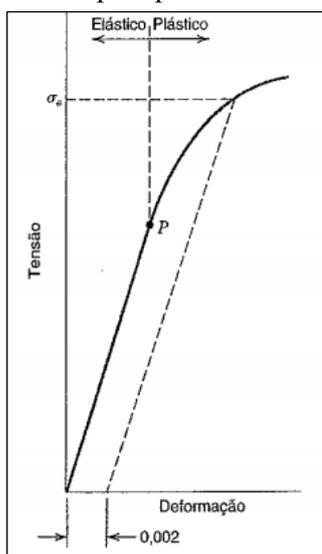
O sistema de montagem das obras em alumínio é único: por recorte e enrolamento das bordas das folhas; em seguida é feito o encaixe de um par de peças e insere-se uma haste no seu interior para formar uma dobradiça. As obras em aço inoxidável, no entanto, podem apresentar solda, encaixe por meio de costura acanelada ou mediante a introdução de porcas e parafusos.

4.7 Propriedades mecânicas dos metais

As propriedades mecânicas das ligas metálicas podem ser avaliadas por meio de ensaios que quantificam sua dureza, ductibilidade e rigidez, entre outras características. Uma peça metálica ou corpo de prova pode ser submetida a testes ou ensaios como aqueles realizados por meio de forças que tracionam gradativamente as extremidades do eixo de uma peça. O ensaio de tração é realizado por meio da deformação contínua de um corpo de prova; esse teste levará ao alongamento (deformação) da peça e, posteriormente, ao seu rompimento total ou à fratura. O processo é representado por meio de um gráfico em função da tensão (ordenada) e da deformação (abscissa).

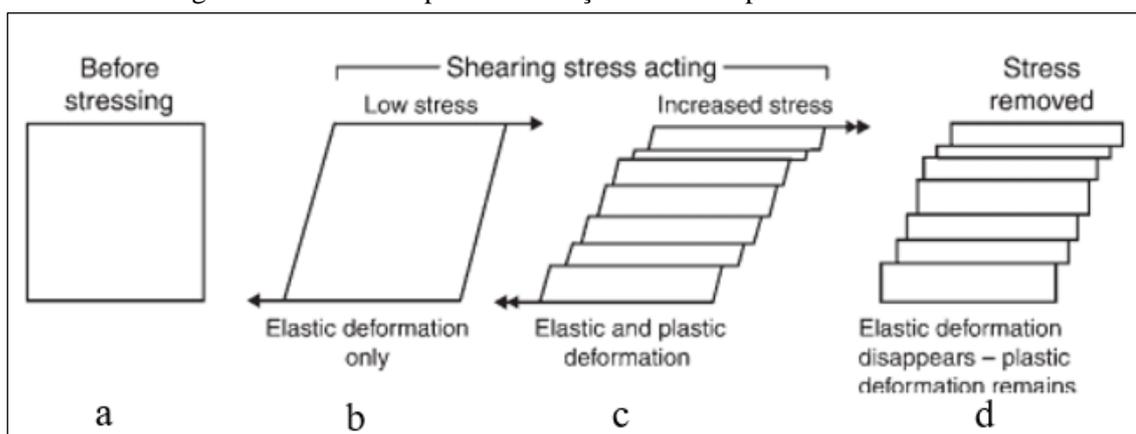
No início do teste, a carga de tração é reduzida e a tensão e a deformação do metal variam proporcionalmente, de modo a formar uma linha reta no gráfico (essa situação se mantém até o ponto P). Essa deformação é descrita como elástica e a inclinação da reta formada no gráfico descreve a resistência de um material à deformação elástica (módulo de elasticidade ou de *Young*). Assim, quanto maior a inclinação da reta (mais próximo do ângulo de 90°), maior será o módulo de elasticidade e a rigidez de um metal e, conseqüentemente, menor a sua deformação elástica (Figura 153). A resiliência, nos metais, corresponde ao módulo de elasticidade de uma peça, isto é, identifica a capacidade de um material de absorver energia sem que ocorra a deformação permanente; após a remoção de uma carga ou estímulo, o metal retorna ao seu estado original (Figura 157a 163b). Em uma escala atômica, esse processo pode ser descrito por pequenas alterações, não permanentes, no espaçamento entre os átomos e na extensão das ligações interatômicas.

Figura 153 – Gráfico com tensão-deformação típica para um metal. As áreas com deformação elástica e plástica correspondem, respectivamente, às regiões anterior e à posterior ao ponto P; o limite de proporcionalidade é identificado pelo ponto P e o limite de escoamento por σ_e .



Fonte: CALLISTER, 2002, p. 82.

Figura 154 – Modelo para deformação elástica e plástica de um metal

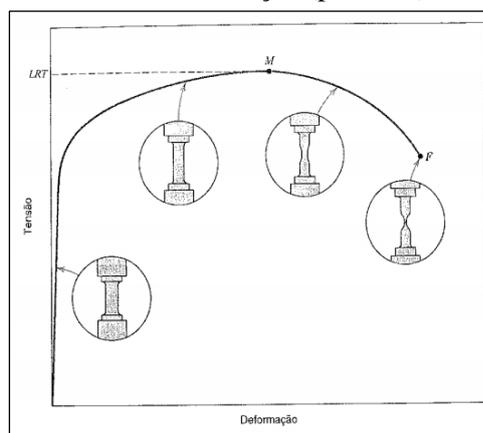


Fonte: HIGGINS, 2006, p. 62.

Para além do ponto “P”, o aumento na força de tração acarreta uma deformação plástica e permanente no corpo de prova, de tal forma que mesmo quando essa tensão é removida, a peça não retorna à sua forma inicial (Figura 157c e 163d). O ponto P é também identificado como o limite de proporcionalidade, pois, uma vez ultrapassado, o metal apresenta deformações plásticas e segue o comportamento linear; de modo semelhante, a tensão limite de escoamento (σ_e) define o nível de tensão no qual a deformação plástica tem início. No nível atômico, a deformação plástica pode ser explicada pela quebra de ligações com os átomos vizinhos originais em função da movimentação dos planos cristalinos; as ligações rompidas são novamente formadas com outros átomos vizinhos.

A carga aplicada ao longo do teste de tração pode ser aumentada até que a peça apresente uma tensão máxima, identificada como o limite de resistência à tração (LRT) (ponto M); solicitações acima desse valor reduzem a resistência do material (diminuição da tensão com o aumento da deformação). A partir do ponto M também ocorre a formação de um pescoço ou constrição no corpo de prova, que posteriormente resultará na sua fratura (ponto F). Todo o ensaio de tração pode ser graficamente resumido por meio da imagem abaixo (Figura 158).

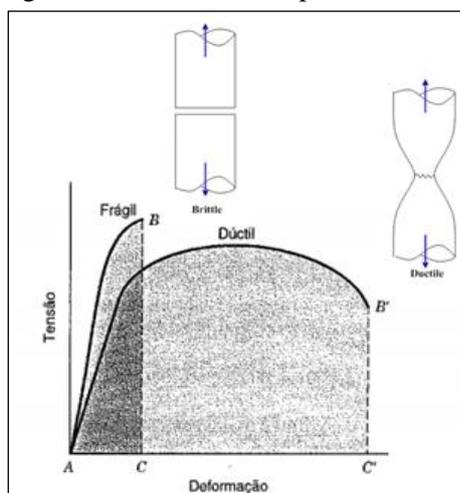
Figura 155 – Comportamento típico da curva tensão-deformação para um metal com desenhos esquemáticos para um corpo de prova até a sua fratura (ponto F), alcançada após o limite de resistência à tração (ponto M)



Fonte: CALLISTER, 2002, p. 88.

O conceito de deformação plástica explica a ductilidade e a maleabilidade dos metais, isto é, a tendência de se formarem fios e folhas por meio de deformações permanentes. Se o grau de deformação plástica de um metal antes da sua fratura é elevado (ponto C'), dizemos que o material é "dúctil". Entretanto, um material que passa por uma pequena deformação plástica (ponto C) é descrito como frágil (Figura 156). A fratura em um metal frágil é distinta daquela apresentada por um metal dúctil: na primeira o rompimento se propaga rapidamente ao passo que na segunda ela ocorre lentamente e provoca a deformação plástica do metal no local de ruptura.

Figura 156 – À esquerda, representação gráfica para tensão e deformação de tração para materiais dúcteis e frágeis. À direita, modelo para fratura dúctil e frágil



Fonte: Adaptado de CALLISTER, 2002, p. 89; SUBSTECH. Disponível em: www.substech.com. Acesso em: 4 jul. 2022.

A tenacidade é outra propriedade usualmente utilizada para descrever o comportamento mecânico das ligas metálicas; a partir dela é possível aferir a quantidade de energia absorvida por uma peça até a fratura e assim prever a sua resistência mecânica. Dessa forma, uma liga pouco tenaz representa um material com alta resistência à deformação plástica e que pode ser definido como frágil. De modo inverso, uma liga tenaz indica um material dúctil e com baixa resistência à deformação plástica.

A compreensão dos conceitos de deformação plástica e elástica reforça o argumento de que os *Bichos* são feitos em alumínio (à exceção de *Bichos* como *O antes é o Depois*, *O dentro é o fora* e *Bichos caixa*), e os *Trepantes* são em aço inoxidável, cobre ou latão. Nas ligas de alumínio o módulo de elasticidade, isto é, a capacidade das ligas de absorverem a energia provocada por uma intervenção sem que ocorra a deformação permanente é baixa; sendo assim, os materiais são mais rígidos. Dessa forma, com o alumínio, a artista poderia explorar aspectos relativos ao plano, à reta, às formas exatas. Com as ligas de latão, de aço inoxidável, e sobretudo, de cobre, o módulo de elasticidade é significativamente superior ao das ligas de alumínio (Quadro 21). Com esses metais, seria possível explorar formas retorcidas e fluidas; a sua elasticidade evitaria a fissuração ou ruptura do metal. O caráter elástico e deformável do aço inoxidável é inclusive destacado como vantajoso e atraente por Lygia Clark (CLARK, 1980, p. 23).

Quadro 21 – Módulo de elasticidade para ligas de alumínio, latão, aço inoxidável e cobre

Metal ou Liga	Módulo de elasticidade	
Alumínio (série 1xxx)	62 - 69 GPa	8990 - 10000 ksi
Latão	82.0 - 117 GPa	11900 - 17000 ksi
Aço inoxidável (série T300)	79,3 - 214 GPa	11500 - 31000 ksi
Ligas de cobre	0.100 - 250 GPa	14.5 - 36300 ksi

Fonte: MatWeb. Disponível em: <http://www.matweb.com/search/MaterialGroupSearch.aspx>. Acesso em: 4 jul. 2022

Outra propriedade mecânica relevante para o estudo dos metais é a dureza ou a resistência à deformação plástica localizada. Por conseguinte, um metal com boa dureza é resistente ao desgaste e à abrasão (GROOVER, 2010, p. 52). Os ensaios de dureza podem ser aplicados em diversos materiais e a partir de vários métodos, sendo os mais comuns os de Brinell, de Rockwell, de Vickers e de Knoop. Em cada um deles, diferentes penetradores (bolas de aço esféricas e endurecidas com distintos diâmetros ou instrumentos cônicos de diamante) são aplicados em diferentes cargas. Na escala de Rockwell, o índice de dureza é determinado pela diferença na profundidade de penetração de uma carga menor com uma outra de carga maior. Os ensaios para determinar a dureza de Brinell também utilizam penetradores esféricos e duros forçados sobre a superfície do metal, porém baseiam-se no índice calculado pela razão entre a magnitude da carga aplicada pelo diâmetro da área de deformação resultante no corpo de prova. Os ensaios de Knoop e Vickers se servem do mesmo princípio descrito para os ensaios de Rockwell e Brinell, porém utilizam um penetrador de diamante de carga inferior e com geometria piramidal. A título de comparação, a escala de Brinell indica, para peças aço inoxidável do tipo austenítico, um grau de dureza de 150 HB (Brinell Hardness), que é muito superior à dureza de ligas do alumínio recozido (20 HB), do laminado a frio (35 HB) ou das ligas de alumínio recozidas (40 HB) e laminadas a frio (90 HB) (GROOVER, 2010, p. 55) (Quadro 22).

Quadro 22 – Valores para a dureza para alguns metais e ligas segundo as escalas de Brinell e Rockwell

Ligas metálicas	Dureza de Brinell	Dureza de Rockwell
Alumínio recozido	20	-
Alumínio trabalhado a frio	35	-
Ligas de alumínio recozidas	40	-
Ligas de alumínio endurecidas	90	52B ⁸⁴
Cobre recozido	45	-
Liga de cobre (estanho recozido)	100	60

⁸⁴ Os valores da escala de dureza de Rockwell são dados em função das escalas B ou C conforme indicado pela designação da letra. A ausência de valores em alguns materiais indica que a dureza é muito baixa para a escala Rockwell.

Chumbo	4	-
Aço inoxidável do tipo austenítico	150	85B
Titânio quase puro	200	95B

Fonte: Adaptado de GROOVER, 2010, p. 55.

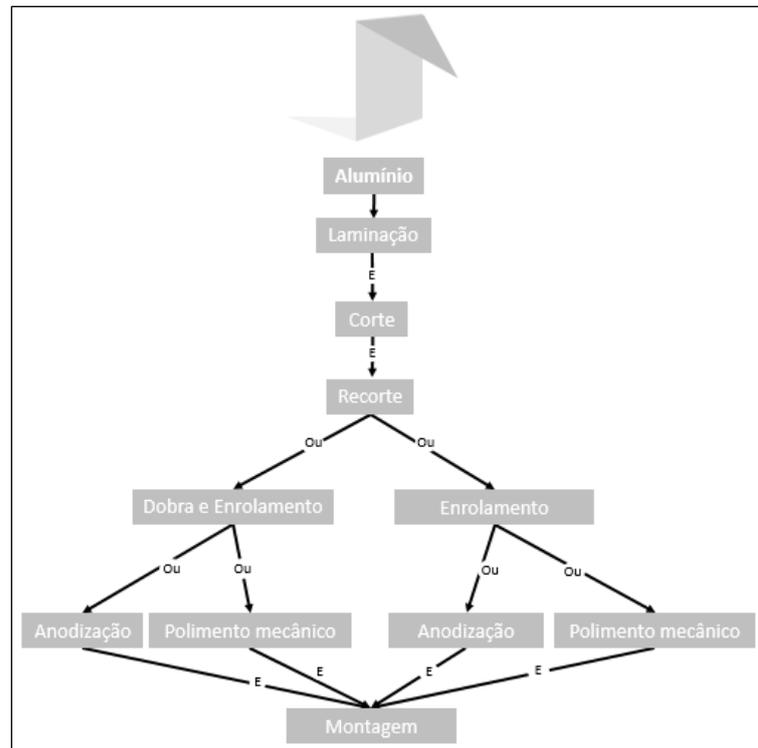
4.8 Resumo

Tendo em vista a diversidade de assuntos discutidos, destacamos os principais aspectos relativos aos materiais e às técnicas nas obras identificadas como feitas em alumínio (*Bicho/1960* e *Bicho/1963* da Coleção Setúbal, *Bicho máquina/1962* do MFAH e *Bicho relógio de sol/1960* da Fundação Nemirovsky) e em aço inoxidável (*O antes é o depois/1963* da Fundação Nemirovsky e *Trepante/1965* do MFAH).

A cor da superfície das obras em alumínio pode ser cinza-prateado, conforme o metal base, ou amarela, e portanto, anodizada; nas peças cinza-prateado, pode haver ou não anodização. Todas as obras em alumínio apresentam brilho mediano e são laminadas (folhas com espessura mediana), cortadas, recortadas, enroladas e montadas. Algumas obras são dobradas e enroladas, enquanto outras são somente enroladas. O sistema de montagem é sempre feito por meio de dobradiças. Por fim, as obras em alumínio costumam explorar o uso de formas simétricas, planas, retas e geométricas. Levando em consideração o brilho da superfície de outras obras da artista, possivelmente feitas em alumínio, mas que não foram identificadas, observou-se a presença de pelo menos três tipos de polimento: um fosco, um mediano e outro especular (Quadro 23).

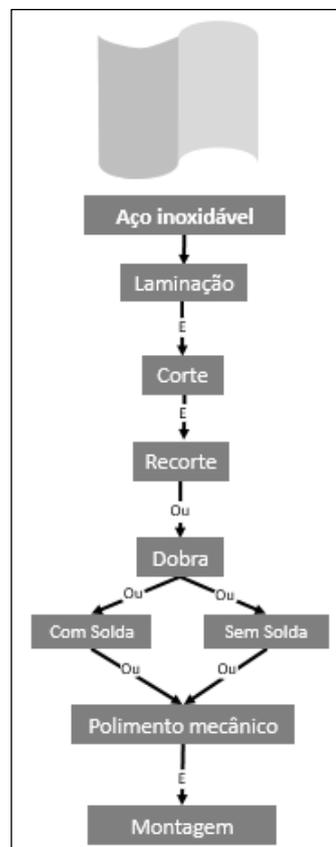
Nas obras em aço inoxidável, a cor da superfície é sempre cinza-prateado, porém a superfície apresenta brilho especular (provavelmente acabamento polido N° 8). Todas elas foram laminadas (folhas com espessura reduzida), cortadas, recortadas, dobradas e montadas. A montagem das peças pode apresentar solda ou ser feita por encaixe por meio de dobra pontual na forma de costura acanelada. Nas obras feitas em aço inoxidável, existe o interesse pelas formas orgânicas, curvas, retorcidas ou onduladas. Em outras criações da artista, possivelmente em aço inoxidável, mas que não foram identificadas, a montagem pode ser feita com porcas e parafusos (Quadro 24).

Quadro 23 – Etapas de construção nas obras em alumínio de Lygia Clark



Fonte: Elaborado pelo autor.

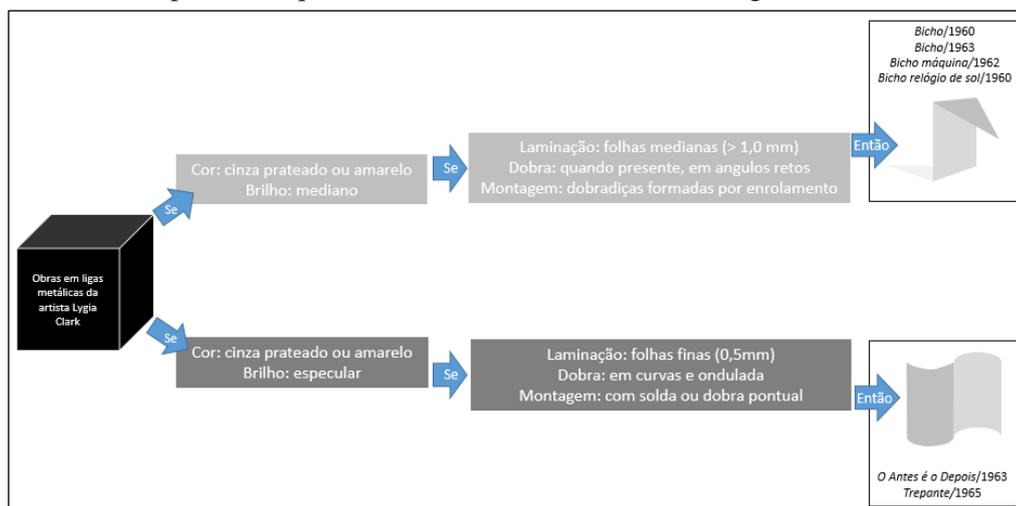
Quadro 24 – Etapas de construção nas obras em aço inoxidável de Lygia Clark



Fonte: Elaborado pelo autor.

As propriedades estudadas para as obras em alumínio e aço inoxidável permitiram determinar aspectos comuns a cada uma dessas ligas. Caso não seja possível o uso de equipamento de análise dos elementos de liga ou caso o colecionador e/ou o museu tenham dúvida sobre qual o material realmente utilizado, pode-se recorrer a esses aspectos (Quadro 25).

Quadro 25 – Propriedades que auxiliaram no discernimento das ligas metálicas identificadas



Fonte: Elaborado pelo autor.

O conhecimento dos materiais e das técnicas utilizadas nas obras de Lygia Clark permitiu reconhecer as deteriorações comuns nas ligas de alumínio e de aço inoxidável e propor estratégias para evitá-las. Esses e outros assuntos serão abordados no próximo capítulo.

CAPÍTULO 5 – DANOS E DEFEITOS DE FABRICAÇÃO: PROPOSTAS PARA A IDENTIFICAÇÃO E MITIGAÇÃO DO IMPACTO DOS AGENTES DE DETERIORAÇÃO

A análise aprofundada dos materiais e métodos de construção das obras selecionadas permitiu compreender não apenas alguns padrões de construção, mas também identificar defeitos de fabricação e delinear a tipologia dos danos mais comuns para as obras em alumínio e aço inoxidável de Lygia Clark. A distinção entre “defeito” e “dano” durante o exame visual das obras contribuiu para a elaboração de uma proposta de intervenção coerente com as necessidades de cada obra e auxilia nos processos de tomada de decisão quanto a uma proposta de conservação preventiva ou a uma intervenção de restauração. Além disso, distinguir um defeito de um dano possibilita compreender o impacto de cada um quanto ao processo de preservação.

Na metalurgia, a palavra “defeito” denomina um amplo número de alterações indesejáveis produzidas durante a fabricação de uma liga e que conferem à superfície dos metais uma aparência não uniforme (SHORT, 2003, p. 4). A Sociedade Americana de Metais (*American Society for Metals - ASM*) define “defeito” como uma descontinuidade cujo tamanho, formato, orientação ou localização prejudica a utilização de uma peça (ASM, 1994, p. 2467).

Na conservação, termos diversos são utilizados para identificar os “danos”, e quando possível, suas causas. Nas obras das séries *Bichos* e *Trepantes* os principais danos encontrados foram superficiais, como o risco, o desgaste e a corrosão; e estruturais, como a fissura e a deformação. Esses últimos foram causados ao longo dos anos, principalmente pelo manuseio das obras decorrente da proposta conceitual da artista.

Os critérios escolhidos para a diferenciação entre um defeito e um dano consideraram as características formais próprias de cada item, tais como: intensidade, frequência, extensão e local. Além disso, para discernir qual vocabulário utilizar nas descrições, foram consultados manuais e catálogos sobre peças metalúrgicas e também sítios eletrônicos. Dessa forma, apresentamos aqui os principais termos necessários para identificar os defeitos de fabricação e os danos identificados nas obras estudadas nesta pesquisa.

5.1 Glossário de danos e defeitos para as obras de Lygia Clark

Os termos apresentados se baseiam nas ocorrências registradas nas obras estudadas (*Bicho/1963*, *Bicho/1960*, *Bicho relógio de sol/1960-63*, *Bicho relógio de sol/1960*, *Bicho*

máquina/1962, Trepante/1965 e O antes é o depois/1963). As referências consultadas para a elaboração do glossário consideraram as ligas de alumínio e aço inoxidável.

A Sociedade Americana de Metais (*American Society for Metals - ASM*), em um volume específico voltado para a “Engenharia da Superfície” (*Surface Engineering*), indicou e definiu os principais termos utilizados para descrever a superfície de ligas metálicas como as de alumínio e aço inoxidável. A publicação é extensa e contempla inúmeras referências, mas não apresenta imagens.

A Associação Europeia de Folhas de Alumínio (*European Aluminium Foil Association – EAFA*) publicou um breve catálogo sobre algumas características superficiais de folhas de alumínio (*Surface Characteristics Of Aluminium Foil*). Os termos são apresentados em diferentes idiomas (alemão, italiano, espanhol e francês), com imagens e modelos, descrições gerais, possíveis causas e apontamentos que auxiliam a distinguir uma ocorrência da outra. Parte dos termos que caracterizam a superfície de folhas de alumínio também é descrita como “danos mecânicos” (*mechanical damages*).

A Associação do Alumínio (*The Aluminum Association – AA*) publicou um guia global de termos e definições (*Terms and Definitions*) que abrange conceitos para o alumínio e seus produtos, os processos metalúrgicos e técnicos dessa liga, as técnicas de amostragem, teste e caracterização de produtos, bem como as características de qualidade visual. Outra publicação da mesma associação também define características visuais (*Visual Quality Characteristics of Aluminum Sheet and Plate*), mas, ao contrário da primeira, oferece imagens relacionadas a cada conceito.

O consultor de acabamentos em alumínio Ted Short aponta como identificar e prevenir defeitos presentes exclusivamente em partes de alumínio anodizadas (*The Identification and Prevention of Defects on Anodized Aluminium Parts*). O acabamento por anodização nem sempre é utilizado em folhas de alumínio, porém a sua ausência, particularmente quando não existem outros revestimentos, leva à formação de produtos de corrosão esbranquiçados, porosos e irregularmente distribuídos sobre a superfície. Tendo em vista que nenhuma obra apresentou tais tipos de produtos de corrosão e que alguns exemplos de defeitos em peças anodizadas apresentam grande semelhança com a superfície das obras, acredita-se que as obras em alumínio tenham sido anodizadas.

A Associação para a Qualidade no Controle na Indústria de Anodização (*Association for Quality Control in the Anodizing Industry - QUALANOD*) apresenta um sítio com catálogo ilustrado para defeitos de anodização conforme o material utilizado, o processo escolhido ou a

manipulação realizada. Cada defeito apresenta uma descrição, possíveis causas e alternativas de controle.

A Associação Internacional Molibdênio (*The International Molybdenum Association – IMO*) publicou um guia prático para a fabricação de aço inoxidáveis (“*Practical Guidelines for the Fabrication of Austenitic Stainless Steels*”). Nele é possível identificar termos semelhantes aos empregados nas ligas de alumínio para descrever deteriorações mecânicas na superfície do aço inoxidável.

Quadro 28 – Resumo de danos característicos da superfície do alumínio e do aço inoxidável

Dano (Pt)	Damage/ Deterioration (En)	Tipo	Referência
Risco	<i>Scratch</i>	Dano mecânico	- AA, 2002 - AA, 2009 - ASM, 1994 - EAFA, 2020
Abrasão ou desgaste	<i>Abrasion</i>	Dano mecânico	- CFIA, 2019 - ASM, 1994
Fricção	<i>Friction</i>	Dano mecânico	- ASM, 1994
	<i>Friction mark</i>	Dano mecânico	- EAFA, 2020
Fissura	<i>Fracture</i>	Dano mecânico	- CFIA, 2019
	<i>Crack</i>	Dano mecânico	- ASM, 1994 - AA, 2002
Deformação	<i>Dent</i>	Dano mecânico	- AA, 2002 - AA, 2009 - CFIA, 2019
Corrosão > sujidades, depósitos e resíduos	<i>Corrosion</i>	Dano químico	- AA, 2009
Corrosão > Mancha de água	<i>Water stain corrosion</i>	Dano químico	- AA, 2002 - AA, 2009 - EAFA, 2020
Mancha	<i>Stain</i>	Dano físico ou químico	- ASM, 1994 - EAFA, 2020
Defeito (Pt)	Defect (En)	Tipo	Referência
Corrosão por abrasão	<i>Fretting corrosion or traffic marking</i>	Dano mecânico	- ASM, 1994 - QUALANOD
Corrosão por pites	<i>Pitting corrosion</i>	Dano químico	- ASM, 1994 - AA, 2002 - AA, 2009 - QUALANOD
Corrosão por pites > Remoção insuficiente de lubrificantes	<i>Insufficient degreasing</i>	Processo de anodização (antes)	- QUALANOD - SHORT, 2003
Corrosão por pites > corrosão por digital	<i>Fingerprint corrosion of mill finish sections</i>	Processo de anodização (antes)	- QUALANOD - SHORT, 2003
Corrosão por pites > corrosão por rinsagem da água	<i>Rinse water corrosion</i>	Processo de anodização (antes)	- SHORT, 2003 - QUALANOD
Corrosão por pites > Pites durante anodização	<i>Pitting during anodizing</i>	Processo de anodização (durante)	- SHORT, 2003
Corrosão por pites > Pites no filme anódico em uso ou serviço	<i>Pitting of the anodic film in service</i>	Processo de anodização (depois)	- SHORT, 2003

Fonte: Elaborado pelo autor.

Risco (*scratch*)⁸⁵

Definição: Dano mecânico na superfície do alumínio na forma de uma nítida mocha, isto é, marca deixada por pancada ou pressão. **Possíveis causas:** geralmente causado por máquina (laminação, entre outras) ou por manipulação. **Observação:** Não se confunde com marcas de fricção (EAFA, 2020, p. 2)

O risco pode ser especificamente descrito quanto à sua origem (AA, 2002); ele pode ser linear e se repetir periodicamente de forma equidistante ou contínua, como também pode estar limitado a uma certa área (AA, 2009).

Várias intensidades de risco foram observadas nas obras confeccionadas em alumínio (anodizadas e não anodizadas) e em aço inoxidável. As obras em alumínio são todas articuladas; nelas o risco está presente em direções diversas, possivelmente devido à manipulação e ao atrito entre as folhas metálicas. As obras em aço inoxidável não são articuladas, porém nelas o risco está presente e é ainda enfatizado devido ao polimento empregado na superfície (brilho especular). Acredita-se que a ocorrência desse tipo de dano decorre do atrito entre o observador e a obra durante a manipulação ou devido à limpeza com produtos abrasivos. Nas obras em aço inoxidável, os riscos superficiais apresentam-se na forma de linhas suaves, aleatórias, descontínuas e pouco nítidas (Figura 160 e Figura 161).

Figura 157 – Risco superficial em obra em alumínio anodizado



Fonte: Elaborado pelo autor.

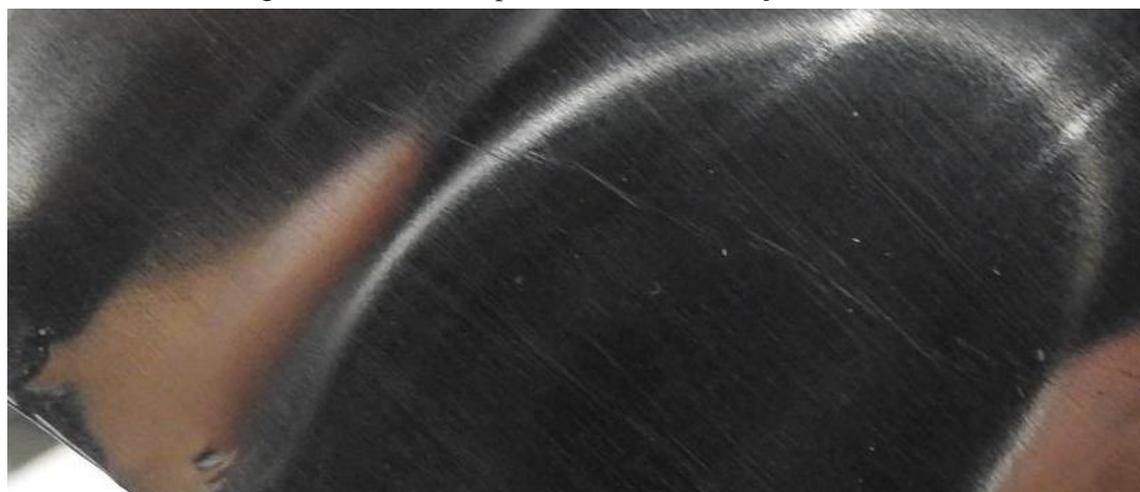
⁸⁵ “Mechanical damage to the aluminium surface in the form of sharp indentation. Can be periodically repeating with equidistant appearance or continuously or limited to certain area. Possible root cause: Usually caused by a machine (rolling, rewinding, slitting), during handling, caused by movement during rewinding. Not to be confused with: Wrinkles or Friction marks” (EAFA, 2020, p. 2).

Figura 158 – Risco superficial em obra em aço inoxidável



Fonte: Elaborado pelo autor.

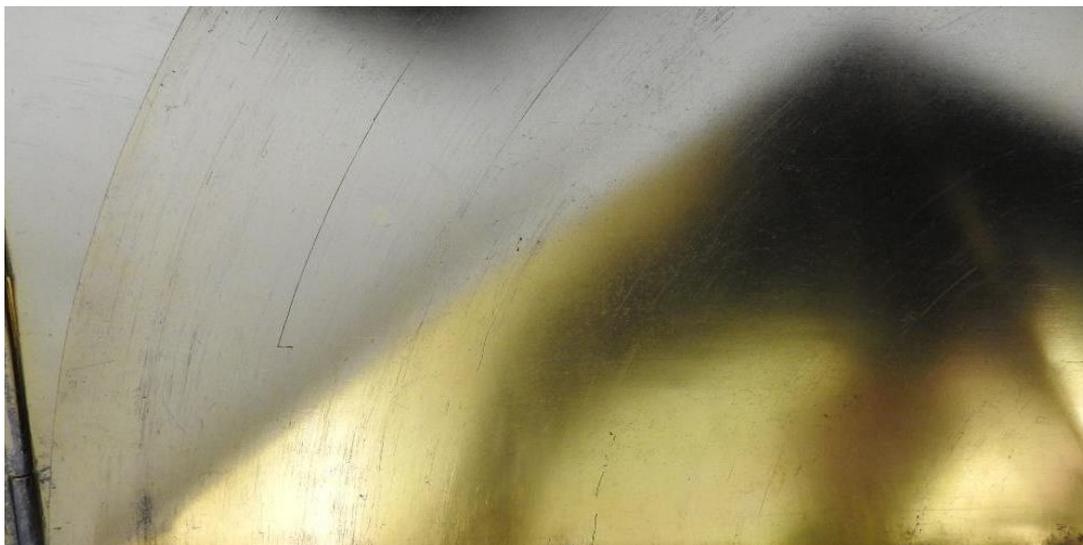
Figura 159 – Risco superficial em obra em aço inoxidável



Fonte: Elaborado pelo autor.

Quando o risco é repetido em um mesmo local ele pode adquirir maior profundidade e se manifesta com linhas fortes, contínuas e precisas (Figura 163). Um tipo específico de risco é o concêntrico, que é uma alteração esperada e pode ser observada nas obras com articulação rotacional (Figura 164).

Figura 160 – Riscos de diferentes intensidades (linhas claras e escuras) em obra em alumínio anodizado



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 161 – Risco concêntrico em obra em alumínio



Fonte: Elaborado pelo autor.

O risco também pode ser observado quando há o arraste de material com dureza superior à da peça riscada. Um exemplo desse dano pode ser observado nas obras anodizadas em que ocorre a remoção da camada amarela (camada de óxidos produzida artificialmente) e a exposição do metal base. A presença do risco associada a condições específicas de umidade relativa pode levar à corrosão e à formação de produtos de corrosão. Outro tipo de risco pode ser verificado nas obras anodizadas; ele resulta na remoção da camada de óxidos produzida

artificialmente e na exposição do metal base (Figura 162). Esse dano pode estar relacionado com o acúmulo de depósitos que são arrastados durante a movimentação das folhas metálicas.

Figura 162 – Riscos em obra em alumínio anodizado em amarelo com exposição do metal base



Fonte: Elaborado pelo autor.

Abrasão (*abrasion*)⁸⁶

Definição: (1) Processo no qual partículas duras ou protuberâncias são forçadas contra a superfície e se movem ao longo dela. (2) Aumento na aspereza ou de riscos em uma superfície devido ao desgaste por abrasivos. (ASM, 1994, p. 2447)

O termo “abrasão” define uma modificação superficial resultante do atrito frequente entre duas superfícies. A abrasão contínua em uma mesma região pode desgastar a superfície e expor o metal base. O desgaste provoca ruído visual e expõe a obra a outros tipos de deterioração: a umidade do ar pode promover a formação de produtos de corrosão. O desgaste com remoção do revestimento aplicado por anodização pode ser facilmente observado devido ao contraste entre as cores: a camada de óxidos artificialmente produzida é amarela e os produtos de corrosão formado sobre o metal base são escuros (possivelmente, óxidos de ferro resultantes da combinação entre particulados com a umidade do ar). Deve-se observar o local e a extensão de um desgaste: ele pode estar localizado próximo às dobradiças ou na borda das chapas e indicar marcas de manipulação (Figura 166, Figura 167 e Figura 168).

⁸⁶“(1) A process in which hard particles or protuberances are forced against and moved along a solid surface. (2) A roughening or scratching of a surface due to abrasive wear.” (ASM, 1994, p. 2447)

Figura 163 – Desgaste na superfície em alumínio anodizado com exposição do metal base



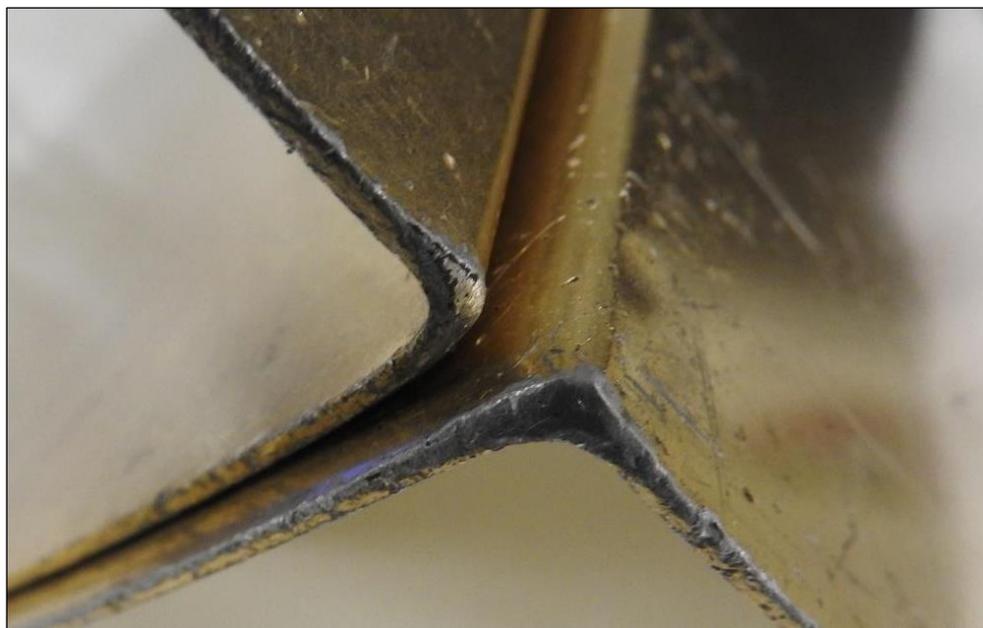
Crédito: Foto do autor.

Figura 164 – Área de grande desgaste da superfície anodizada e com exposição do metal base



Crédito: Foto do autor.

Figura 165 – Desgaste em borda de obra em alumínio anodizado



Crédito: Foto do autor.

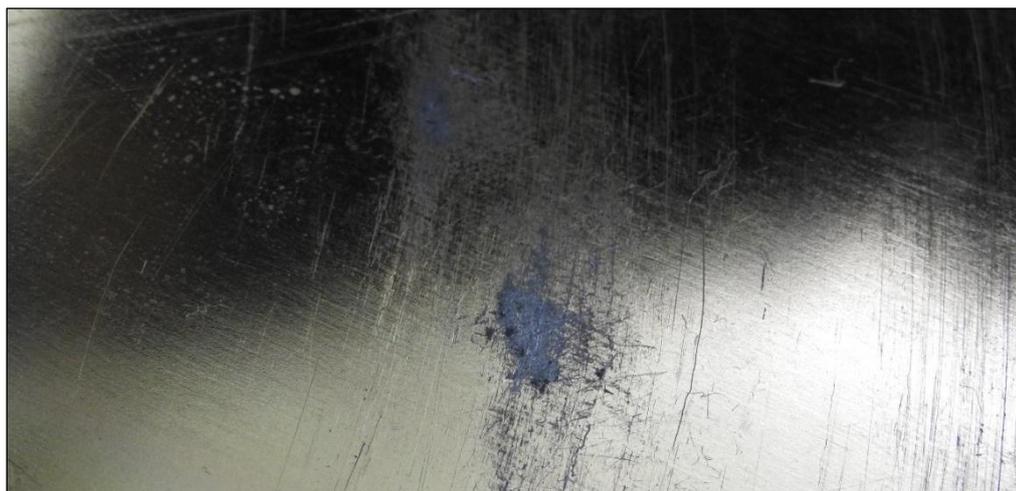
O desgaste também ocorre nas chapas, o que pode indicar o arraste accidental, mas frequente de sujidades (Figura 169 e Figura 170).

Figura 166 – Desgaste no revestimento por anodização de obra em alumínio com exposição do metal base



Crédito: Foto do autor.

Figura 167 – Desgaste da camada anodizada e exposição do metal base em obra em alumínio



Crédito: Foto do autor.

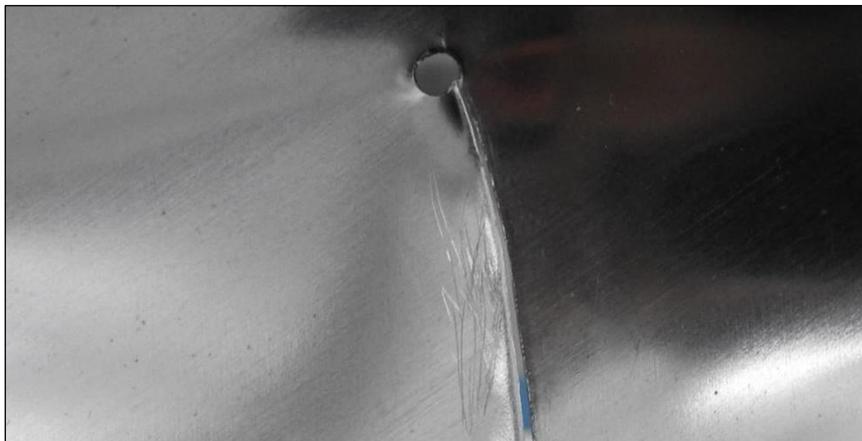
Marcas de fricção (*friction marks*)⁸⁷

Definição: Dano mecânico randomicamente distribuído na forma de modificações superficiais, mais comuns de ocorrerem ao redor de uma área central. **Possíveis causas:** Movimentação de camadas por tensão irregular. **Observação:** não se confunde com risco ou oxidação (EAFA, 2020, p. 3)

⁸⁷ “Randomly distributed mechanical damage in form of shallow modifications most likely to occur near the core. Possible root cause: Layers moving during annealing, backwinding or separation with irregular tension. Micro sliding movements under load/pressure due to insufficient tension at recoiler. Created during annealing in case the material expands and recontracts afterwards. Not to be confused with: Scratches or oxidation.” (EAFA, 2020, p. 3).

Esse dano pode ser observado também em obras compostas por mais de um material: um bloco de madeira pode estar em fricção com uma folha de aço inoxidável (Figura 168).

Figura 168 – Risco em obra em aço inoxidável possivelmente pela fricção com bloco de madeira



Crédito: Foto do autor.

Fissura (*fracture/crack*)⁸⁸

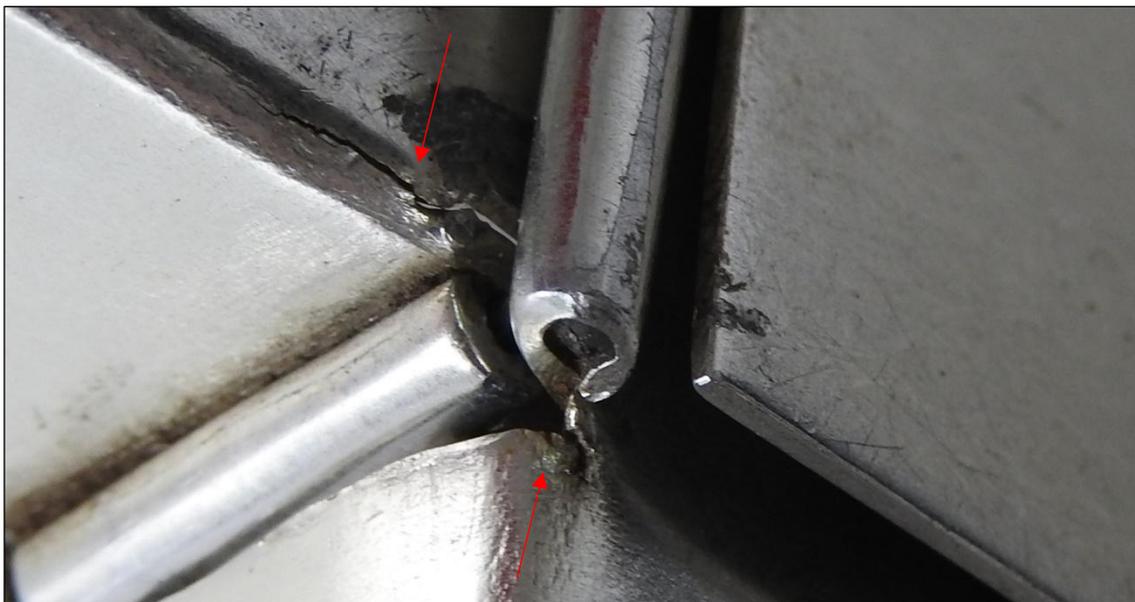
Definição: Um tipo de fissura descontínua caracterizada por uma fina ponta e uma alta taxa de comprimento e largura por deslocamento da abertura. Uma linha de fissura sem uma completa separação. (ASM, 1994, p. 2465)

A fissura é a separação incompleta de uma folha metálica; o seu desenvolvimento completo acarreta na ruptura da liga metálica. Esse dano pode estar relacionado com uma elevada tensão que resulta no cisalhamento do metal. A fissura pode ser considerada como uma deterioração, pois sua ocorrência é indesejável e pode levar à ruptura do metal. Além disso, a sua formação está relacionada com uma repetição de condições inadequadas de tensão; ela pode ser descrita conforme a sua localização (fissura em aresta/ *broken edge crack*) (AA, 2002, p. 12).

No conjunto de peças selecionadas, a fissura foi encontrada tanto em obras de alumínio quanto em obras de aço inoxidável. Nas obras em alumínio ela é comum nas áreas de encontro entre as dobradiças e pode alcançar até cinco centímetros (Figura 172, Figura 173 e Figura 174).

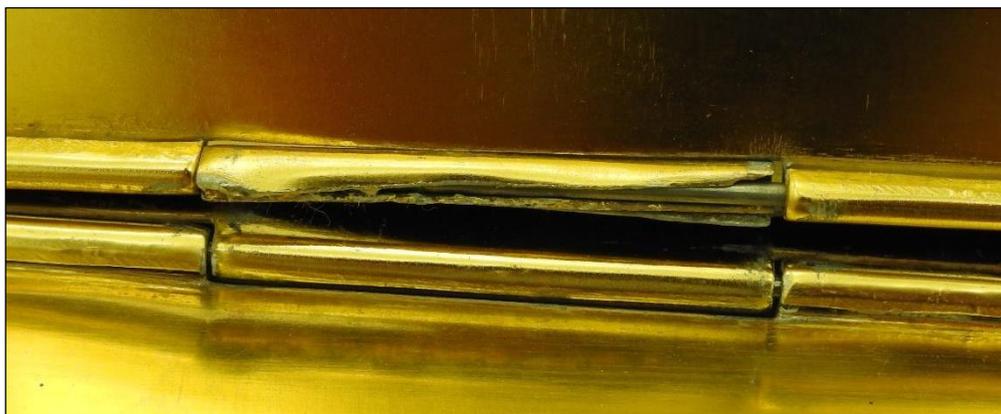
⁸⁸ “(1) A fracture type discontinuity characterized by a sharp tip and high ratio of length and width to opening displacement. (2) A line of fracture without complete separation.” (ASM, 1994, p. 2465)

Figura 169 – Duas fissuras em obra em alumínio (seta em vermelho)



Crédito: Foto do autor.

Figura 170 – Fissura na subdivisão de uma dobradiça de obra em alumínio anodizado



Crédito: Foto do autor.

Figura 174 – Fissura em obra em alumínio anodizado



Crédito: Foto do autor.

Nas obras em aço inoxidável a fissura foi observada nas bordas dos orifícios. Nessa liga a fissura pode apresentar extensão de aproximadamente um centímetro; o seu sentido dá continuidade ao movimento de recorte produzido nas folhas (Figura 175).

Figura 175 – Fissura em obra em aço inoxidável



Crédito: Foto do autor.

Deformação (*dent*)⁸⁹

Definição: Fina e delimitada impressão na superfície de um metal, geralmente causada pelo impacto com outro objeto (AA, 2009, p. 35).

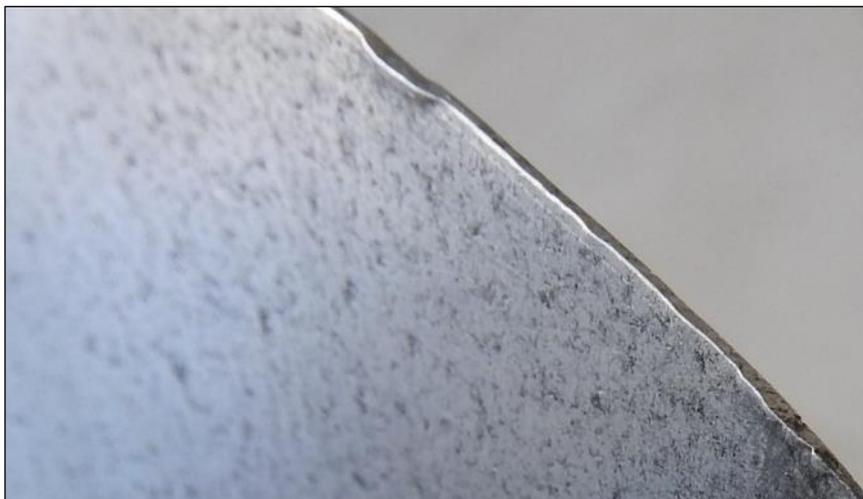
O termo “deformação” descreve deformações plásticas não intencionais e indesejáveis que modificam a forma original de uma obra⁹⁰. A principal causa para as deformações é o impacto mecânico após o manuseio inadequado; esse dano pode expor a liga à corrosão e, dependendo da localização, pode dificultar a articulação das folhas metálicas.

A deformação foi observada pontualmente na borda das obras feitas com folhas de alumínio (Figura 176 e Figura 177) e com folhas de alumínio anodizado (Figura 178 e Figura 179).

⁸⁹ “Sharply delimited surface impression on the metal, often caused by a blow from another object.” (AA, 2009, p. 35).

⁹⁰ O termo “deformação” é utilizado igualmente para descrever ensaios empregados para informar as propriedades mecânicas de uma liga. O termo serve ainda para descrever diferentes técnicas de fabricação (deformação a quente ou a frio).

Figura 176 – Deformação na borda de uma folha em alumínio



Crédito: Foto do autor.

Figura 177 – Deformação na borda de uma folha em alumínio



Crédito: Foto do autor.

Figura 178 – Deformação na borda da folha de uma obra em alumínio anodizado



Crédito: Foto do autor.

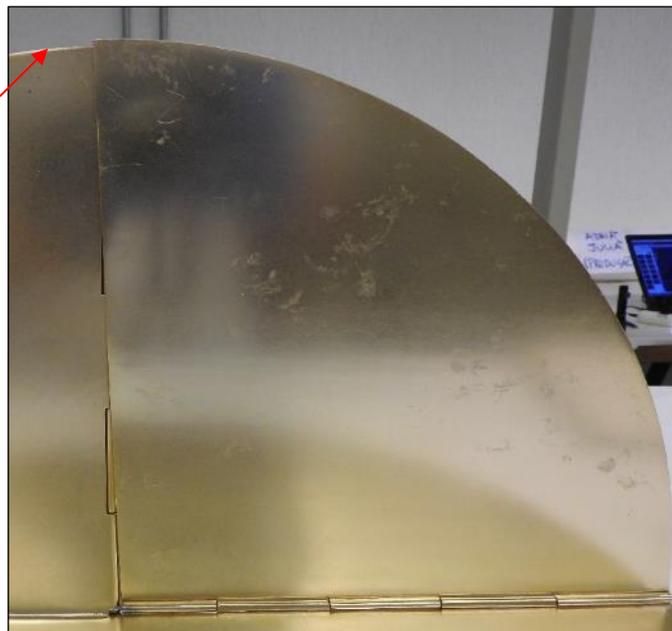
Figura 179 – Deformação na borda de uma obra em alumínio anodizado



Crédito: Foto do autor.

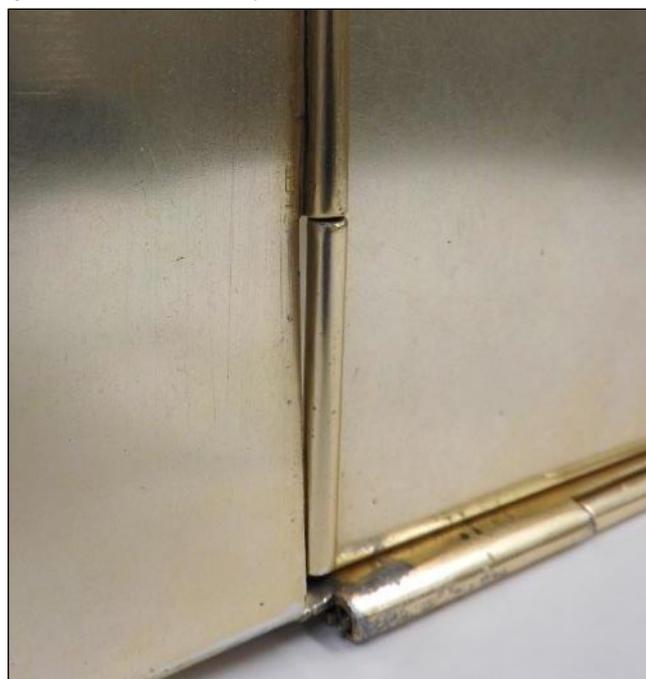
Outro tipo de deformação foi observada em um conjunto de folhas metálicas (Figura 180), ou em áreas locais (Figura 181). Deformações também podem ser registradas nas pontas e na espessura das folhas (Figura 182 e Figura 183).

Figura 180 – Deformação das folhas em obra em alumínio anodizado



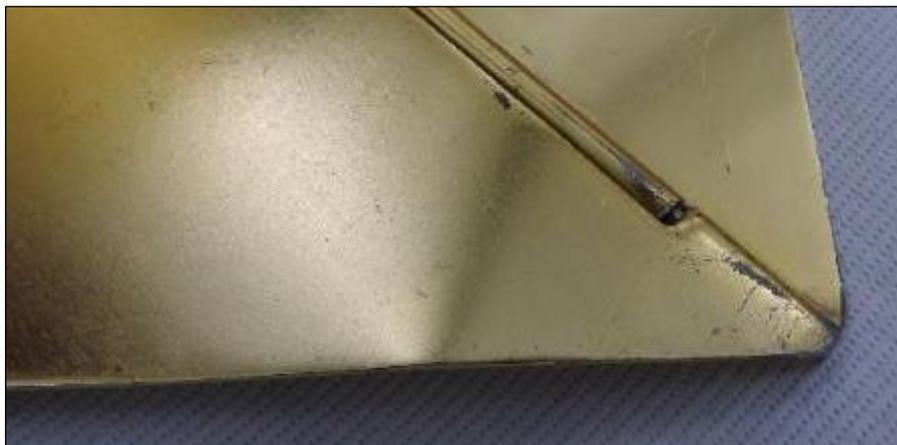
Crédito: Foto do autor.

Figura 181 – Deformação em obra em alumínio anodizado



Crédito: Foto do autor.

Figura 182 – Deformação em folha de alumínio anodizado



Crédito: Foto do autor.

Figura 183 – Deformação na borda de uma obra em alumínio



Crédito: Foto do autor.

A deformação de uma subdivisão enrolada (articulação) foi registrada em *Bicho* (1960). Esse dano decorreu provavelmente do atrito entre uma folha metálica com uma haste deslocada (Figura 184).

Figura 184 – Deformação em uma articulação causada pelo contato com haste



Crédito: Foto do autor.

A deformação também foi registrada nas obras em aço inoxidável. Embora essa liga tenha dureza superior à do alumínio, sua espessura é reduzida, o que torna o metal mais susceptível a impactos mecânicos (Figura 185).

Figura 185 – Deformação em folha de aço inoxidável



Crédito: Foto do autor.

Corrosão (*corrosion*)⁹¹

Definição: é uma reação química-eletroquímica entre um material, geralmente um metal, e o meio ambiente, a qual produz uma deterioração do material e das suas propriedades (ASM, 1994, p. 2464).

A corrosão pode ocorrer pela presença de elementos extrínsecos, como sujidades e depósitos, resíduos de limpeza, condensação da umidade na forma de vapor de água (*water stain*) ou marcas de digital. Nesses casos é possível observar a formação de manchas (*stains*).

A resistência de uma liga à corrosão metálica também pode ser influenciada pelas características do ambiente, o qual, em algumas circunstâncias, atua como um eletrólito, isto é, favorece o transporte de íons e elétrons. Para as ligas expostas às condições ambientais externas, diversos fatores devem ser considerados: umidade relativa (UR), poluentes (gases e particulados), temperatura, tempo de permanência do eletrólito na superfície do metal, além de fatores climáticos (insolação, direção do vento, variações cíclicas da UR e temperatura entre outros aspectos) (GENTIL, 2011, p. 57). No entanto, a UR é a principal condição para a ocorrência de reações de corrosão (COSTA, 2019, p. 32). Valores superiores a 70% associados

⁹¹ “The chemical or electrochemical reaction between a material, usually a metal, and its environment that produces a deterioration of the material and its properties.”

com a exposição de poluentes (dióxido de enxofre, de carbono, de nitrogênio entre outros) e particulados (sílica, fuligem, sais) possibilitarão maior taxa de corrosão superficial. De modo semelhante, a ação direta da água também concorre para a corrosão da superfície e o surgimento de manchas (AA, 2009).

No caso dos metais localizados em ambientes internos, como museus e coleções, a corrosão pode ocorrer devido a combinação da ação da UR com os poluentes. A contaminação por poluentes orgânicos presentes em papéis ou inorgânicos de embalagens e espumas de revestimento, associada a mudanças bruscas de temperatura e UR, facilita a ocorrência da corrosão superficial. De forma semelhante, a contaminação por produtos de limpeza com poluentes voláteis (cloretos, sulfetos, ácidos orgânicos etc.) também pode deflagrar esse processo. O contato direto com a peça sem o uso de luvas, por exemplo, leva à impregnação de óleos e sais presentes na pele sobre a superfície do metal; nos locais onde houve a contaminação a corrosão será favorecida e manchas ou marcas de digital serão formadas.

Na espessura da borda de uma obra de Lygia Clark foi identificada uma deformação pontual ou desgaste que possivelmente gerou tensões na estrutura cristalina do metal. Essa condição, associada com um excesso de umidade relativa, favoreceu a formação de produtos de corrosão. Nas obras onde houve a dobra das folhas metálicas, produtos alaranjados apresentam aspecto semelhante a produtos de corrosão do ferro (ferrugem). Esse dano pode ser explicado pela reação entre sujidades com moléculas de água (Figura 186).

Figura 186 – Acúmulo de sujidade próximo a área de dobra em obra em alumínio

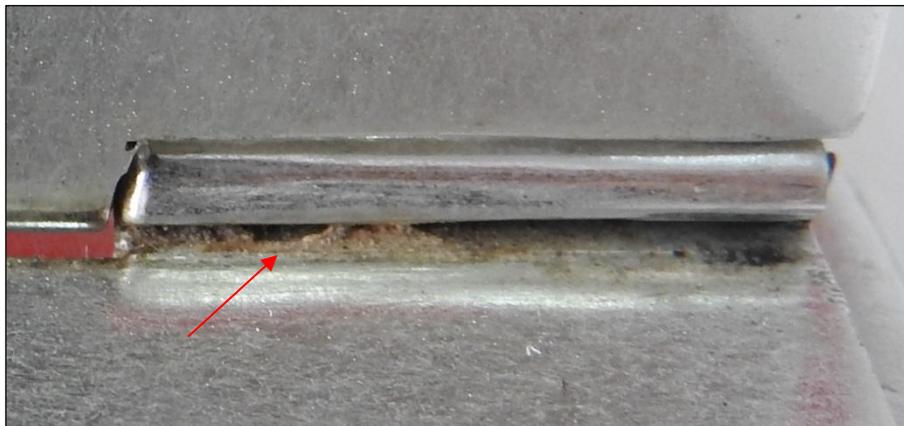


Crédito: Foto do autor.

O acúmulo de sujidades também pode formar depósitos em cavidades e reentrâncias que foram observados nas obras em alumínio (Figura 187). Em outras obras, particularmente nas áreas próximas às costuras, observou-se um material branco aderido nas cavidades da dobra do

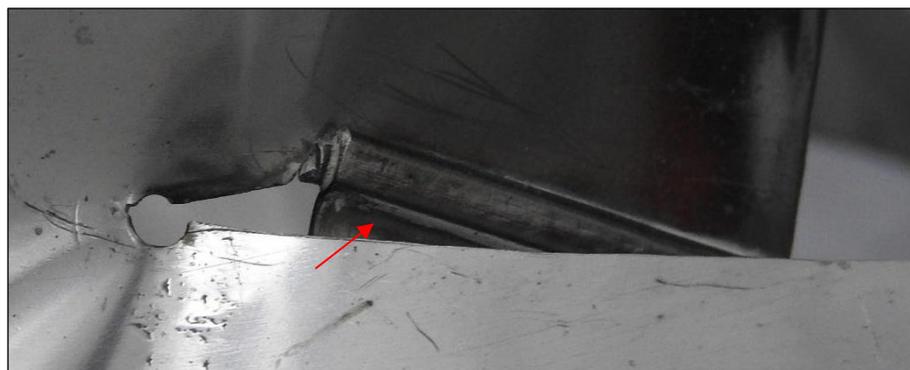
metal; o aspecto desse produto lembra resíduos de produtos de polimento (abrasivos) (Figura 188).

Figura 187 – Depósitos em uma articulação de obra em alumínio



Crédito: Foto do autor.

Figura 188 – Produtos brancos nas cavidades de costura acanelada de obra em aço inoxidável



Crédito: Foto do autor.

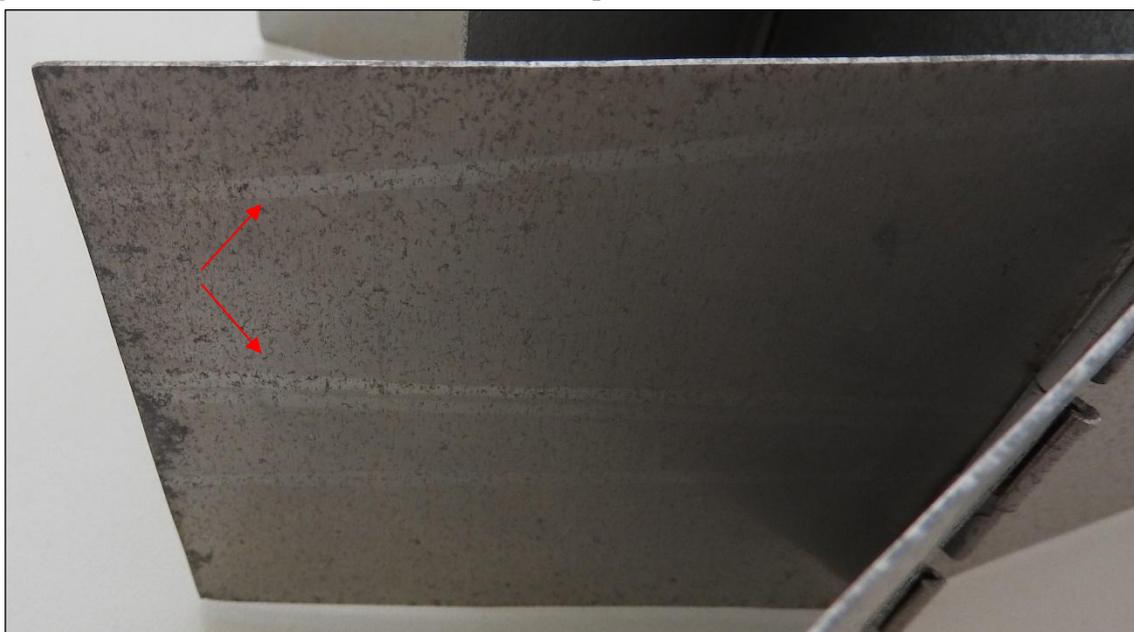
A mancha (*stain*) é um dano que pode ser identificado quando a superfície aparece mais brilhante em áreas espalhadas, aleatoriamente distribuídas em um contraste de claro e escuro. Esse dano pode ser puramente visual, sem causar variações na espessura da superfície; ou causado por contaminações de substâncias externas à superfície do metal (EAFA, 2020, p. 9; AA, 2002).

Quando possível, deve-se especificar a origem desse dano, como por exemplo, a formação de manchas de corrosão pela ação da água (*water stain corrosion*). Essa situação pode ser notada em ligas de alumínio com escorrimento esbranquiçado, iridescente, cinza ou preto aleatoriamente distribuídos na superfície do metal (AA, 2009). A formação de manchas pode ocorrer durante o armazenamento ou transporte, período em que as folhas metálicas são posicionadas muito próximas umas das outras e a umidade do ar se condensa sobre a superfície (EAFA, 2020). Segundo Selwyn, as manchas de água são de cor cinza, marrom ou preta e

podem ser formadas em áreas centrais. Esses locais geralmente apresentam menor teor de oxigênio e tendem a apresentar um comportamento anódico (reações de oxidação) (SELWYN, 2004, p. 49).

A presença de manchas de corrosão pela ação da água foi observada na superfície de folhas de uma obra com muitas peças; esse dano parece estar associado à condensação da umidade e ao seu escoamento (Figura 189).

Figura 189 – Manchas semelhantes a escorridos por excesso de umidade em obra em alumínio



Crédito: Foto do autor.

As manchas de corrosão por ação da água não podem ser confundidas com manchas esbranquiçadas presentes em ligas de alumínio. Essas estão associadas aos defeitos causados antes do processo de anodização, pela remoção insuficiente de oleosidades (*insufficient degreasing*), de lubrificantes e sujidades formados durante a limpeza de uma liga. Esses resíduos impedem a formação de uma camada de anodização homogênea e regular⁹². A mancha ácida branca (*white etch bloom*) é outro efeito que resulta da limpeza ineficiente durante o processo de anodização. A manipulação incorreta feita por um fabricante pode deixar manchas de digital na superfície de uma liga, as quais, por sua vez, impedirão a formação de uma camada uniforme durante a limpeza ácida e posteriormente, na fase de anodização (SHORT, 2003, p. 53). Como consequência, manchas esbranquiçadas ou escuras podem ser formadas sobre a camada anódica.

⁹² Association for Quality Control in the Anodizing Industry (QUALANOD). Anodizing defects catalogue – Process defects. Disponível em: <<http://www.defects.qualanod.net/9.html>>. Acesso em: 19 jul. 2020.

A mancha esbranquiçada foi observada em uma obra; nela verificou-se um modificação superficial semelhante a uma mancha esbranquiçada em um dos lados de uma folha de alumínio anodizado (Figura 190).

Figura 190 – Mancha em obra em alumínio anodizado



Crédito: Foto do autor.

Figura 191 – Detalhe de mancha esbranquiçada em folha de alumínio



Crédito: Foto do autor.

A manipulação incorreta de uma chapa de alumínio e a presença de digitais pode se dar de duas formas: antes e durante o processo de anodização, ou após a sua conclusão. Quando a digital é formada antes, ela poderá formar a chamada corrosão por digital (*fingerprint corrosion*). Como resultado, ela impedirá a formação de uma camada de anodização contínua e criará uma marca permanente. Entretanto, se a digital é formada após a anodização, ela produzirá uma mancha de sujidade (*dirt stain*) que poderá ser removida mediante uma limpeza superficial (EAFA, 2020, p. 10).

A presença de digital foi observada em *Bicho* (1963), em alumínio, e se assemelha a um defeito produzido durante o processo de anodização (Figura 192). A presença de mancha de digital também foi registrada em uma obra em aço inoxidável (Figura 193).

Figura 192 – Digital em obra em alumínio



Crédito: Foto do autor.

Figura 193 – Mancha de digital em obra em aço inoxidável



Crédito: Foto do autor.

A junção por soldagem também pode resultar na corrosão de um metal, devido ao aquecimento aplicado em áreas específicas do metal, que quando submetidas a temperaturas elevadas, podem sofrer alteração na natureza das fases ou na composição da liga original. Essa alteração levará à formação de uma diferença de potencial e à corrosão do metal. A área que compõe o cordão de solda pode apresentar caráter catódico e o metal, caráter anódico, a depender dos materiais selecionados (GENTIL, 2011, p. 74).

O uso de solda ocorreu em uma folha de aço inoxidável com dobra do tipo costura acanelada da obra *O antes é o depois* da Coleção Setúbal. O exame visual no local onde a técnica foi empregada indicou a presença de uma borda escurecida com produtos brancos semelhantes a produtos de corrosão; acredita-se que se trata de uma zona termicamente afetada (ZTA) (Figura 194).

Figura 194 – Solda em folha de aço inoxidável



Crédito: Foto do autor.

Corrosão por pites (*pitting corrosion*)⁹³

Definição: corrosão localizada que resulta na formação de pequenos pites ou crateras na superfície do metal (AA, 2009, p. 39).

A corrosão dos metais também está relacionada com a formação dos produtos de corrosão, que resultam da interação entre os metais e as condições ambientais. Assim, conforme a natureza dos produtos de corrosão, um metal poderá adquirir três condições: a inatividade (onde não há reação), a atividade (onde há reação, pois os produtos são solúveis de modo a permitir o desenvolvimento da corrosão) ou a passividade (onde há reação, mas os produtos são insolúveis e atuam como barreiras impedindo o desenvolvimento do processo) (COSTA, 2019, p. 33).

A passividade consiste na formação de produtos de corrosão sobre a superfície de um metal (quando exposto a um meio corrosivo) de modo a diminuir a reatividade natural deste e a sua tendência à corrosão. Esse filme passivo é contínuo, não poroso, aderente, quimicamente estável e impermeável. Outras ligas metálicas podem apresentar produtos de corrosão que formam superfícies insolúveis, porém a porosidade destas impedirá a passivação do metal e a sua proteção (COSTA, 2019, p. 33).

As ligas de alumínio tendem a apresentar grande resistência à corrosão, porque a camada de óxidos formada na sua superfície é passivadora. De modo semelhante, os aços ditos inoxidáveis apresentam menor tendência de passar por processos de corrosão, uma vez que contêm em sua composição o cromo (Cr). Esse elemento permite a formação de uma película à base de óxido de cromo, que é passivadora e protege a superfície da liga.

A corrosão metálica pode apresentar diferentes morfologias, com a observação visual sendo um recurso que permite avaliar qual o tipo de corrosão predominante: uniforme, intergranular, intragranular, por pites, galvânica, seletiva, sob tensão, de fresta, entre vários outros (GENTIL, 2011). Cada uma dessas formas poderá se desenvolver combinada com outra, com maior ou menor intensidade, conforme a composição do metal, a sua estrutura metalúrgica, os produtos de corrosão formados, o ambiente onde ele está exposto e os acabamentos superficiais aplicados.

Ao contrário da corrosão generalizada, a corrosão localizada ocorre pontualmente, nos trechos onde a camada passiva é localmente rompida. A corrosão por pites é um tipo de corrosão localizada que ocorre devido à presença de cloretos e de um ambiente oxidante. O processo

⁹³ “Localized corrosion resulting in small pits or craters in a metal surface.” (AA, 2009, p. 39).

inicia quando pequenos orifícios são formados sobre a superfície do alumínio (SELWYN, 20). Essa descontinuidade na camada protetora ocorre na presença de um eletrólito rico em haletos (cloretos, sulfetos etc) (COSTA, 2019, p. 56). No local onde a superfície fica desprotegida é possível que ocorram duas situações: a repassivação ou a continuação da corrosão. A corrosão produz íons metálicos, elétrons, diferença de potencial, zona anódica (pite) e catódica (resto do metal), e resulta na dissolução do metal.

O mecanismo de formação da corrosão por pites começa com o rompimento localizado da camada de passivação formada naturalmente sobre o alumínio (devido a abrasão ou riscos). Caso não ocorra a repassivação da camada removida e caso a superfície do metal esteja exposta à presença de oxidantes como os íons de cloreto (Cl^-) e de fosfato (SO_4^{2-}), a corrosão poderá ser propagada. A presença desse tipo de corrosão é menos provável em ligas de alumínio com pureza elevada (99,99%) (TOTTEN; MACKENZIE, 2003). A corrosão por pites pode ser intensificada pela condensação de água na superfície do metal (VARGEL, 2004, p. 243). Essa corrosão resulta na formação de pontos concentrados ou espalhados que apresentam cavidades com formas irregulares na superfície do alumínio. O diâmetro e a profundidade dos pites dependerá da composição da liga, do meio em que ela se encontra e dos seus usos. Os meios que apresentam pH próximo ao neutro oferecem maior potencial para o desenvolvimento de pites. Essa forma de corrosão pode ainda formar produtos brancos, volumosos e visíveis a olho nu (VARGEL, 2004, 113).

O termo “pit” também pode ser utilizado para identificar uma depressão na superfície laminada que não está presente na face posterior àquela identificada. Essa depressão pode ser causada após a laminação e durante a limpeza ácida (*etching*) ou quando o equipamento de acabamento passa sobre uma sujidade (AA, 2002, p. 22).

Nas obras de Lygia Clark produzidas em alumínio, a anodização (incolor ou amarela) foi o acabamento superficial provavelmente empregado para revestir as folhas metálicas e protegê-las da corrosão e de danos mecânicos superficiais. Durante anodização do alumínio⁹⁴ é comum a imersão em soluções aquosas, ácidas e de elevadas temperaturas, além de enxágues e secagens. Nesses procedimentos, pode haver contaminação nos tanques e/ou exposição insuficiente ou prolongada do metal, entre outras situações. Nesses casos, é comum a formação de defeitos, isto é, o surgimento de formas indesejáveis de corrosão (SHORT, 2003, p. 4).

⁹⁴ Como explicado no segundo capítulo, o processo completo de anodização compreende cinco etapas que podem ser intercaladas por processos de rinsagem: a limpeza, o banho ácido, a anodização, o tingimento e a selagem.

O defeito por pites (*pitting defects*) reúne um conjunto amplo de manifestações que podem surgir antes, durante ou depois do processo de anodização do alumínio (SHORT, 2003, p. 9, 93). Durante o exame visual é necessário indicar se a modificação ocorre em todas as faces do metal, qual o seu formato e cor, se há algum produto de corrosão próximo ou no local do pite e se essa corrosão pontual apresenta distribuição regular ou aleatória. Essas informações serão úteis para indicar com maior precisão qual o tipo de corrosão presente.

A corrosão por rinsagem da água (*rinse water corrosion*) é uma das formas mais comuns de corrosão por pites; ela ocorre na rinsagem das peças após o banho ácido, durante a desoxidação ou neutralização (*desmutting*). Esse tipo de corrosão surge quando a exposição do metal à rinsagem é prolongada e/ou quando a água utilizada nesse processo reagiu com a superfície do alumínio. Além disso, se a água apresenta cloretos em sua composição esse defeito também poderá ocorrer. Sendo assim, uma vez que esse processo ocorre antes da anodização do alumínio, a camada anódica irá “cobrir” a superfície na qual o defeito se encontra (QUALANOD). Segundo Short (2003), a corrosão por rinsagem da água é muito superficial e os pites geralmente apresentam aparência esbranquiçada e com formato de estrela (SHORT, 2003, p. 17). O aspecto desse tipo de corrosão também se aproxima à forma de um “flocos de neve” escurecido ou de um “polvo”⁹⁵ (MACHINEMFG).

A corrosão por rinsagem da água (*rinse water corrosion*) apresenta morfologia semelhante à da corrosão por pites durante a anodização (*pitting during anodizing*). Nesse último tipo de corrosão os pites são formados durante a anodização, mas não são cobertos pela camada de óxidos formada; esse defeito é causado devido à presença de íons de cloretos nos eletrólitos das soluções de ácido sulfúrico ou ácido oxálico. A corrosão por pites durante a anodização apresenta forma semelhante a uma estrela; segundo Short (2003), esse defeito apresenta pites escurecidos (SHORT, 2003, p. 28).

Na obra em alumínio *Bicho* (1960) da Coleção Setúbal foram encontrados pontos escurecidos esparsos semelhantes aos presentes em defeitos tipicamente presentes em peças de alumínio durante o processo de anodização (Figura 195); essa configuração indica que a aparência encontrada nessa folha de alumínio decorre de uma contaminação de cloretos no eletrólito utilizado para a formação da camada anódica. A ocorrência desse defeito foi observada na frente e no verso das folhas de alumínio.

⁹⁵ MACHINEMFG. Types of anodizing defects of aluminum alloys. Disponível em: https://www.machinemfg.com/types-of-anodizing-defects-of-aluminum-alloys/#09_Rinse_water_corrosion. Acesso em: 21 mai. 2022.

Figura 195 – Superfície com pequenas áreas escuras semelhante a pites em uma obra em alumínio



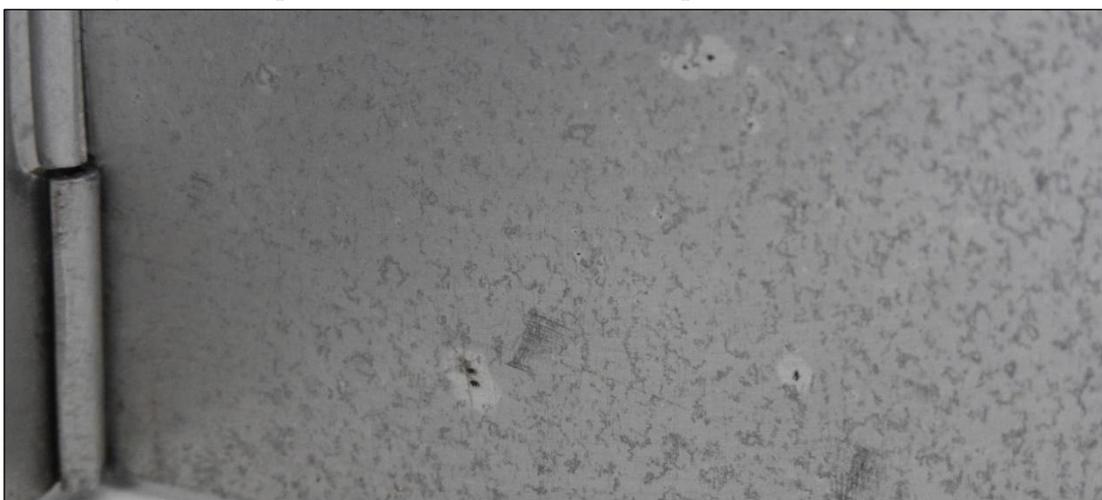
Crédito: Foto do autor.

A corrosão por pites (*pitting corrosion*) ainda pode ocorrer após o processo de anodização, isto é, durante o uso de uma peça (*in service*). Esse defeito decorre da contaminação com cloretos no tanque de rinsagem utilizado após a anodização. Tal contaminação faz com que a camada anódica seja mais fina, pouco dura e resistente, e esteja sujeita à prematura deterioração causada pelo rompimento com a ação de produtos de corrosão. Nesse tipo de corrosão por pites é comum observar a formação de auréolas⁹⁶.

Nas obras da artista em alumínio foi possível encontrar, além do defeito dos pites formados durante a anodização, o defeito de corrosão por pites formados “em serviço”. Essa expressão é utilizada para indicar alterações que ocorrem após o processo de fabricação, isto é, durante a utilização da peça. A principal característica visual desse tipo de pite é a presença de uma auréola, isto é, um ponto rodeado por uma área clara; esse aspecto foi observado na obra *Bicho* (1960) (Figura 196).

⁹⁶ Anodizing defects catalogue – Process defects. Disponível em: <<http://www.defects.qualanod.net/9.html>>. Acesso em: 19 jul. 2020.

Figura 196 – Superfície de obra em alumínio com pites e ao menos três auréolas



Crédito: Foto do autor.

Na obra *Bicho relógio de sol* (MAM-RJ), observaram-se, em ambos os lados das folhas de alumínio, pontos escurecidos, irregularmente distribuídos, com auréola e relevo, semelhantes a pites (Figura 197). Nessas folhas o alumínio apresenta brilho (mais próximo de um polimento especular que opaco). A presença de auréola ao redor do pite é um indicativo de que o pite tenha sido formado após a anodização do alumínio (*pitting of anodic film in service*). Esse tipo de corrosão pode demorar entre cinco a cinquenta anos para aparecer; as condições ambientais que favorecem o seu desenvolvimento são a presença de umidade e de dióxido de enxofre (SO₂) (SHORT, 2003, p. 25). Além disso, a exposição ao dióxido de enxofre e a reação entre sujidades e partículas de poeira com a água condensada na superfície do metal podem incentivar um ataque ácido local e a formação de pites (SHORT, 2003, p. 84). Tal tipo de defeito também sugere que a camada de anodização é frágil, fina e de baixa dureza⁹⁷.

⁹⁷ Association for Quality Control in the Anodizing Industry (QUALANOD). Anodizing defects catalogue – Process defects. Disponível em: <<http://www.defects.qualanod.net/9.html>>. Acesso em: 19 jul. 2020.

Figura 197 – Pontos escurecidos semelhantes a pites em uma folha de alumínio



Crédito: Foto do autor.

Por fim, em superfícies de alumínio com pouco brilho (mais próximo de um polimento opaco que de um especular), como no *Bicho* (1963) da Coleção Setúbal, observou-se a presença de pites homogeneamente distribuídos na frente e no verso; eles parecem apresentar pequenos orifícios (Figura 198). Segundo Short (2003), as condições descritas anteriormente (pites em toda a superfície do alumínio e com distribuição pontual) indicam que a corrosão por pites foi causada durante o processo de anodização (SHORT, 2003, p. 28).

Figura 198 – Pites com pequenos orifícios em folha de alumínio



Crédito: Foto do autor.

A corrosão de atrito acelerada por vibrações diferenciais na zona interfacial (*fretting corrosion*) pode ser verificada em ligas de alumínio anodizadas. Esse dano ocorre durante o transporte de folhas metálicas e é causado pelo atrito entre as folhas metálicas quando não há

uma interface protetora entre os materiais. O atrito produz áreas escurecidas que correspondem a um pó fino de alumínio. Esse produto oxida rapidamente e forma partículas duras que causam uma abrasão local acumulativa (SHORT, 2003, p. 14).

A semelhança visual entre peças de alumínio com corrosão de atrito (*fretting corrosion*) e a aparência de folhas de alumínio utilizadas nas obras sugere a presença desse tipo de corrosão. Esse dano foi verificado em *Bicho* (1963/Coleção Setúbal) por meio da presença de linhas escuras descontínuas na superfície das folhas de alumínio (Figura 199).

Figura 199 – Corrosão por atrito na metade de uma folha de alumínio (linha escura) e na sua borda



Crédito: Foto do autor.

5.2 Impacto dos danos ou defeitos para a preservação das obras

Os principais agentes de deterioração⁹⁸ relacionados aos danos encontrados nas obras da artista foram: as forças físicas e a umidade relativa incorreta. O primeiro pode ser exemplificado pela presença de danos como: abrasão, riscos, desgaste, marcas de fricção, mancha de digital, deformação e fissura. O segundo compreende danos como: corrosão pela combinação de sujidades e depósitos com a umidade e manchas de escorrido por condensação.

⁹⁸ O Instituto Canadense de Conservação (*Canadian Conservation Institute - CCI*) identifica dez agentes de deterioração para os bens culturais: forças físicas, fogo, pestes, luz (ultravioleta e infravermelha), umidade relativa incorreta, vandalismo, água, poluentes, temperatura incorreta e dissociação. *Agent of Deterioration*. Disponível em: <https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/agents-deterioration.html>. Acessado em 1 jul. 2022.

A frequência dos danos observados pode auxiliar na priorização de recursos e na tomada de decisão para a preservação das obras. Os danos relativos às forças físicas e a umidade relativa incorreta são geralmente associados a danos acumulativos, isto é, ocorrem contínua e frequentemente (ICCROM, 2016, p. 53). No caso das obras da artista, embora não haja mais a manipulação pelo público, a ocorrência de exposições frequentes expõe a superfície das ligas ao risco e à abrasão. A ausência de controle ambiental facilita a ocorrência de flutuações na umidade relativa e o surgimento de produtos de corrosão.

A relação dos danos com possibilidade de impacto negativo sobre as obras (risco) deve ser considerada, pois pode causar a sua perda de valor. Essa perda pode ser intensificada conforme a extensão do dano e a porcentagem ou a fração das obras afetadas. Além disso, a perda de valor pode resultar na dificuldade do acesso às obras, seja por meio da sua visualização ou pela manipulação, ou na perda de uma informação. No acervo selecionado para esta pesquisa, os danos observados não inviabilizaram a visualização das obras nem a perda de informações, mas aumentaram a perturbação visual.

O **risco** foi verificado nas obras em alumínio e em aço inoxidável e está diretamente relacionado com a manipulação das obras (exposição no passado ou armazenamento, transporte e montagem das obras no presente para exposições). A distribuição pode cobrir toda a extensão de uma folha metálica ou pode ser pontual. Embora ambas as situações tenham sido encontradas em todas as obras, a perda de valor para as obras é pequena e o principal impacto é a perturbação visual. Nas obras com revestimento por anodização, o risco poderá expor o metal base à corrosão se houver excesso de umidade no ar.

A **fissura** é um dano local que deve ser rigorosamente acompanhado com o registro fotográfico, a medição da extensão e a localização. Esse dano foi verificado nas obras em alumínio *Bicho relógio de sol* (1960/MAM-RJ) e *Bicho máquina* (1962/MFAH) e na obra em aço inoxidável *O antes é o depois* (1963/Coleção Setúbal), as quais devem ser acompanhadas cuidadosamente. Em curto prazo, as fissuras podem fragilizar a estabilidade das folhas metálicas, e em longo prazo podem se desenvolver, expor a obra à ruptura (separação total) e à perda de partes da folha metálica. A perda de valor associada à ruptura é total, porém nas fissuras a perda é mediana.

A **deformação** é uma deterioração que gera tensões no retículo cristalino. Estas, por sua vez, tornam-se, a longo prazo, regiões susceptíveis à corrosão em ambientes com umidade. Quando esse dano ocorre nas bordas das folhas metálicas, a perda de valor, assim como a perturbação visual, é pequena. Entretanto, quando a deformação ocorre na superfície ou em um conjunto de folhas metálicas, deve-se verificar se há o atrito ou até mesmo o impedimento na

movimentação das folhas. Caso positivo, a manipulação produzirá riscos ou abrasão. A deformação foi observada em todas as obras, com a exceção do *Trepante* (1965/MFAH).

A **abrasão** (desgaste), assim como o risco, está diretamente relacionada com a manipulação das obras. Esse dano não compromete a estabilidade da obra, apresenta baixa perda de valor, mas pode comprometer a visualização das obras devido à elevada perturbação visual. Ele pode ser observado no interior das folhas metálicas ou em dobradiças e nas bordas do metal. Nas duas obras com alumínio anodizado amarelo (*Bicho relógio de sol*, 1960/Fundação Nemirovsky e *Bicho máquina*, 1962/MFAH) foi observado o desgaste acentuado em uma única folha. Em ambas as obras houve a exposição do metal base, sendo que no *Bicho relógio de sol* da Fundação Nemirovsky há, possivelmente, corrosão do alumínio (produtos escurecidos e alaranjados). Em uma obra em alumínio, observou-se o desgaste na área central de uma folha.

A **corrosão** como deterioração pode ser observada quando o acúmulo de sujidades se associa ao excesso de umidade no ar e à presença de poluentes. Essa situação foi verificada localmente em uma única obra em alumínio (*Bicho relógio de sol*, 1960/MAM-RJ). A corrosão na forma de manchas de digital (manipulação) foi observada em uma obra em aço inoxidável, e o escorrimento pela condensação de umidade na superfície da folha metálica (condição ambiental) foi registrado em uma obra em alumínio. Ambos os danos são superficiais e estéticos e apresentam pequena perda de valor, ainda que a mancha apresente maior perturbação visual. A corrosão por pites foi registrada em duas obras em alumínio (*Bicho*, 1960/Coleção Setúbal e *Bicho relógio de sol*, 1960/MAM-RJ), em várias folhas. Em ambos os casos, a perda de valor e a perturbação visual são pequenas.

Os defeitos produzidos no processo de anodização foram verificados em duas obras em alumínio (*Bicho*, 1960 e *Bicho*, 1963, ambos da Coleção Setúbal). Os defeitos, ao contrário dos danos, fazem parte dos processos de fabricação. O principal aspecto a ser considerado, uma vez identificado um defeito, é se ele diz respeito à técnica de fabricação da liga e, portanto, pode ser preservado. É provável que a aparência visual da superfície das ligas de alumínio com defeitos causados durante o processo de anodização já fosse conhecida pela artista no momento em que as obras foram produzidas.

5.3 A relevância da conservação preventiva para a preservação das obras

As intervenções nos metais podem variar conforme as funções, os valores e as necessidades de cada peça. Além disso, é importante considerar os materiais identificados, os principais danos e os objetivos do tratamento, bem como sua viabilidade. As intervenções de restauro podem envolver a desmontagem de peças, a limpeza mecânica com microabrasivos, a limpeza física com laser, a limpeza química, eletroquímica entre outros métodos (MARTÍNEZ; ALONSO, 2015).

Outros tratamentos mais invasivos em peças industriais podem envolver o polimento mecânico ou a reposição de partes danificadas a fim de produzir novas superfícies e a estabilizar os materiais já existentes. A abordagem escolhida depende da filosofia da instituição, do tamanho do objeto, da experiência do profissional e do objetivo do tratamento. Se o objetivo é preservar os traços de uso, proposta recorrente em ligas empregadas em objetos históricos como aviões e carros, as intervenções são limitadas e qualquer evidência de dano ou de superfície metálica em corrosão deve ser preservada (DEGRIGNY, 2019, p. 94)⁹⁹.

As obras produzidas por Lygia Clark não cumprem mais com a proposta original de manipulação desejada pela artista, por motivos precisamente de preservação. Atualmente, a exibição das obras costuma ser realizada sobre tabladros de madeira ou em vitrines. Essa disposição, no entanto, foi rechaçada pela artista ainda na década de 1960 em uma exposição na Alemanha; segundo ela, com algumas exceções, as obras deveriam ficar no chão (CLARK; OITICICA; FIGUEIREDO, 1996, p. 26-27).

As obras permanecem com seu valor artístico, porém, além disso, tornam-se também documentos históricos e atestam a inventividade do neoconcretismo brasileiro e a sua recepção no Brasil e no mundo. Embora os exemplares não estejam mais sujeitos à interação, a exposição das obras propõe um dilema para a sua conservação, uma vez que a cada montagem novos danos podem ser formados. Sendo assim, as alternativas para a preservação desse acervo perpassam ações de conservação preventiva, como orientações para a manipulação, o monitoramento ambiental ou a limpeza superficial.

Poucas são as referências voltadas diretamente para conservação de folhas de alumínio e aço inoxidável na arte moderna. Na tentativa de suprir o número reduzido de referências, reuniram-se artigos de conservação e de áreas afins (metalurgia, engenharia e arquitetura).

⁹⁹ DEGRIGNY, Christian. The Conservation of Historical Marine, Terrestrial and Industrial Aluminium Objects: A Review. In CHEMELLO, Claudia; COLLUM, Malcolm; MARDIKIAN, Paul; SEMBRAT, Joe; YOUNG, Lisa (ed.). Aluminum: History, Technology, and Conservation – Proceedings from the 2014 International Conference. Smithsonian Scholarly Press, Smithsonian Contributions to Museum Conservation, number 9, Washington, 2019. p. 87-95.

5.3.1 A manipulação, o acondicionamento e o monitoramento ambiental

Atualmente, a manipulação das obras de Lygia Clark é permitida apenas nos processos de documentação, armazenamento, embalagem para transporte, higienização ou exibição. Quando possível, recomenda-se que a documentação seja realizada antes de todos esses processos, uma vez que ela permitirá identificar fragilidades estruturais para uma manipulação segura; reconhecer se há corrosão ativa, o que exigirá maior controle na umidade relativa e temperatura a ser adotada no monitoramento ambiental; ou detectar se há poluentes por atmosféricos emitidos por materiais utilizados no acondicionamento.

Entretanto, antes da documentação, sugere-se a escolha de um ambiente iluminado com uma superfície ampla e estável. No caso de obras com maior número de folhas (dimensão e peso elevado), é possível cobrir a superfície com uma manta e em seguida revesti-la com Tyvek. Esse material é inerte e permitirá apoiar as obras de modo seguro, sem oferecer riscos de contaminação por fios de tecido ou de deslocamento. O responsável pela manipulação das obras também deve remover objetos que podem riscar as ligas (anéis, relógios, pulseiras). O uso de roupas longas e máscaras é aconselhável, pois pode evitar a proximidade com a superfície das obras e a transmissão de calor ou a condensação de umidade pela respiração (JUDD FOUNDATION, 2017).

Durante a manipulação, pode ser interessante localizar pontos estruturais e evitar movimentar as peças das obras de maior dimensão com apenas uma mão ou pelas extremidades. Nos locais onde há maior fragilidade estrutural nas articulações, a documentação assegurará uma manipulação que evite o risco de ruptura. Além disso, será possível informar quais são as posições instáveis, as áreas que oferecem poucos pontos de apoio e os movimentos que forcem ou promovem o desgaste entre as folhas.

O levantamento mais detalhado poderá registrar a extensão dos danos para acompanhar a sua evolução. No caso das fissuras, acompanhar se a sua extensão está em crescente evolução é necessário para evitar o risco da ruptura e perda. No caso do desgaste nas obras anodizadas, há o risco da corrosão do metal base que, a longo prazo, pode facilitar o desenvolvimento de pites. A identificação de peças de maior proporção conectadas a outras por somente uma dobradiça é outro procedimento que reduz o risco de torção e de ruptura (Figura 200). Essas ações serão fundamentais para assegurar a conservação das obras e prolongar seu funcionamento. Outras referências para a manipulação podem ser encontradas abaixo (Quadro 26).

Figura 200 – Detalhe de peça de maior dimensão conectada a outra por meio de somente dois pontos de apoio (seta): alto risco de torção e ruptura



Crédito: Foto do autor.

Quadro 26 – Referências para manipulação

Liga	Procedimentos indicados	Referência
Alumínio, aço inoxidável e outros metais	<ul style="list-style-type: none"> - Evitar dispor as peças pesadas sobre superfícies metálicas ou móveis, pois essas podem ser riscadas, deformadas ou manchadas. O deslocamento pode ser feito em carrinho de transporte. - Evitar o contato direto das mãos. 	NPS, 2002, p. 8.
Alumínio e aço inoxidável	<ul style="list-style-type: none"> - Usar luvas de nitrilo, de látex sem pó ou de algodão. A escolha deverá considerar o peso da obra e o tipo de polimento. A luva de nitrilo sobreposta com luva algodão evita a perspiração em superfícies com acabamentos espelho. 	JUDD FOUNDATION, 2017, p. 22. LOGAN, 2007, p. 3.
Alumínio e aço inoxidável	Recomendações gerais para a elaboração de embalagens, produtos indicados e possibilidade de marcas na superfície das ligas após contato com materiais como fitas 100% de algodão, Volara® e espumas de polietileno, Tyvek®, papel corrugado e laminado livre de ácidos, entre outros materiais.	JUDD FOUNDATION, 2017, p. 34; 42.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Após a documentação das obras é possível planejar o seu armazenamento. No caso das obras com polimento especular, recomenda-se cobrir os exemplares para evitar a acumulação de partículas, a corrosão, a formação de pites e manchas, além do contato desnecessário com as obras. As obras com superfície mais áspera também devem ser cobertas, nelas há maior risco de aderências de partículas de poeira. A identificação de pites produzidos após a anodização (*pitting of the anodic film in service*) poderá indicar contaminação e presença de haletos

(maresia, produtos de limpeza, oleosidade das mãos etc.), e, portanto, a necessidade de proteção com caixas inertes. O uso de caixas, no entanto, requer planejamento, pois pode favorecer a formação de microclimas e facilitar novas formas de contaminação ou de corrosão.

O material empregado no acondicionamento e que estará em contato direto com as ligas não poderá ser abrasivo. Deve-se evitar a sobreposição das folhas metálicas a fim de se evitar a condensação entre as chapas. No caso de embalagens para transporte, nos locais onde houver esforço e tensão entre as dobradiças, recomenda-se a inserção de espumas para a absorção de impacto e vibração, bem como para garantir o isolamento e a imobilidade das folhas.

O armazenamento pode variar conforme a instituição e segundo as técnicas utilizadas em cada obra. As obras da Coleção Setúbal e Nemorovsky estavam em exibição no momento em que foram examinadas. A obra *Bicho máquina* do *Museum Fine Arts – Houston* (MFAH) estava na reserva técnica e acondicionada totalmente planificada (bidimensional) em uma caixa de plástico com um tecido tipo Tyvek® envolvendo as folhas. A obra *Trepante* (1965) do MFAH, composta por bloco de madeira no interior das folhas de aço inoxidável, encontrava-se armazenada com ambos os materiais separados. Nos espaços vazios, antes ocupados pelo bloco, foram inseridas espumas revestidas por Tyvek®. O *Bicho relógio de sol* do MAM-RJ, por apresentar as folhas de alumínio dobradas (não pode ser planificado), estava totalmente envolvido e pré-acondicionado em um tecido tipo Tyvek®.

O monitoramento ambiental pode auxiliar na identificação de situações com umidade relativa e temperatura incorretas. A ocorrência de manchas causadas por água é comum em folhas de alumínio agrupadas e expostas em ambientes com UR alta; esse dano decorre da menor concentração de oxigênio presente nas gotículas de água das regiões de menor exposição, o que contribui para a formação de áreas anódicas e para a oxidação da superfície do alumínio (SELWYN, 2004, p. 49).

As condições de umidade relativa (UR) para o armazenamento de ligas de alumínio variam segundo cada pesquisador. O *National Park Service* sugere evitar temperaturas baixas (15,5-23,8°C), pois nessas condições a umidade relativa pode ser elevada e indica valores inferiores a 35% para evitar corrosão ativa em ligas metálicas (NPS, 2002, p. 8). Segundo Logan, a UR deve ser mantida abaixo de 35% quando houver indícios de corrosão ativa (LOGAN, 2007, p. 1). Para Adams e Hallam, valores de UR superiores a 80% podem remover a camada de óxidos protetora (ADAMS; HALLAM, 1993, p. 283). Segundo Selwyn (2019), a UR deve ser mantida inferior a 70% (SELWYN, 2019, p. 15). Em publicação mais recente, Hallam (2019), afirma que a UR deve ser inferior a 60% (HALLAM, 2019, p. 200). Vargel (2004), quando não há poluentes atmosféricos, recomenda uma UR crítica de até 66%

para ligas de alumínio (VARGEL, 2004, p. 243). Além do controle da umidade, deve-se evitar a presença de poluentes na forma de ácidos orgânicos (ácido fórmico), poeira e sais (cloretos e sulfetos) que contribuem para a perda do brilho e para a formação de pites. A presença de particulados também deve ser evitada, pois estes são higroscópicos e podem reagir com poluentes, aumentando a taxa de corrosão. Outras referências para o armazenamento de ligas metálicas podem ser indicadas abaixo (Quadro 27).

Quadro 27 – Referências para o armazenamento

Liga	Procedimentos indicados	Referência
Alumínio	<ul style="list-style-type: none"> - Preferir o armazenamento em estantes de aço em oposição àquelas em madeira. - Evitar o contato direto com materiais como papéis, tecidos ou madeiras. - Manter peças cobertas com polietileno transparente para evitar particulados e ação direta da água. - Bloquear a presença de poluentes com o uso de papéis de carvão ativado. - Controlar a UR com sílica gel. 	<p>NPS, 2002, p. 7-8.</p> <p>COOK, 2019.</p>
Alumínio, aço inoxidável e outros metais	<ul style="list-style-type: none"> - Evitar o uso de desumidificadores domésticos que não mantêm UR < 40%. - Evitar por quatro meses superfícies pintadas com tinta alquídica. - Evitar o contato direto com estantes; estas devem estar revestidas com espumas de polietileno como Ethafoam, PolyPlank, Volara, Plastazote ou Nalgene. Evite espuma de uretano, pois essas se degradam facilmente. 	<p>LOGAN, 2007, p. 1.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor.

5.3.2 Limpeza superficial para exibição

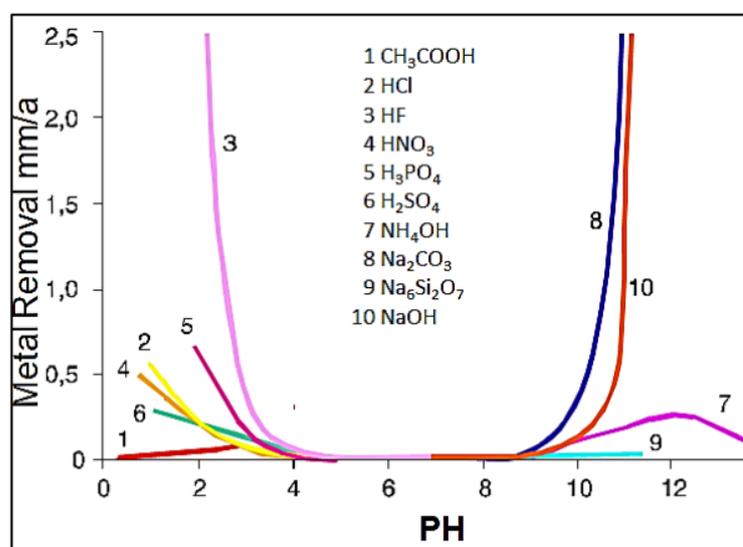
A higienização superficial para as folhas de ligas de alumínio não pintadas deve considerar a natureza química da camada de óxidos formada sobre o metal base. A partir desses conhecimentos será possível indicar o uso ou a restrição de métodos físicos (abrasivos), químicos (solventes) ou eletroquímicos.

Para as ligas de alumínio, os manuais indicam cinco produtos de limpeza e técnicas: o sabão neutro, o detergente ou os produtos não corrosivos; os solventes e as emulsões; os abrasivos; os decapantes e os produtos especiais (AA, s/d.; SSINA, 1999). Outra publicação ainda distingue três tipos de limpeza: a primária, a básica e a periódica; para cada tipo, informam-se os tipos de aplicação e as necessidades e os métodos de limpeza em peças de alumínio anodizado (ALUMINUM-ZENTRALE, 2006)

O alumínio é um elemento extremamente reativo que, em contato com o oxigênio presente na atmosfera, oxida e forma uma superfície passiva e protetora (óxidos de alumínio, Al_2O_3). A reatividade do alumínio resulta da condição metalúrgica na qual o metal é formado. Os óxidos naturalmente formados pela oxidação do metal, semelhante aos formados no processo por anodização, acabamento induzido e em condições artificiais, produzem uma película porosa, porém aderente, protetora e estável. Mesmo quando rompida por risco ou abrasão, essa película é regenerada. Contudo, essa camada protetora só se forma quando o pH está entre 4,5 e 8,5.

A relação do pH (eixo x) com a taxa de perda de material (eixo y) indica que a camada de óxido protetora formada na superfície de uma peça é instável em soluções aquosas com o pH abaixo de 4,5 (ácido) e acima de 8,5 (básico); nessas condições, ocorre a dissolução da camada de óxidos. Pelo gráfico também é possível verificar que a natureza individual dos íons presentes nas soluções ácidas ou básicas determina a corrosão desse metal (VAN HORN, 1967, p. 221) (Figura 202). Dessa forma, mesmo diante de uma película de óxidos de alumínio estável (seja ela formada naturalmente ou por anodização), a presença de poluentes ácidos na atmosfera, como por exemplo o ácido clorídrico, resulta na solubilização da camada protetora e do metal, e na conseqüente formação de um sal solúvel de cloreto de alumínio (GENTIL, 2011, p. 63). O uso de soluções aquosas para a limpeza de ligas de alumínio utilizadas no patrimônio também é discutido por Selwyn (2019); segundo ela, deve-se evitar pH ácidos inferiores a 4 (HCl) ou básicos superiores a 9 (NaOH, KOH, NaCO_3), bem como soluções que contenham íons de cloreto (SELWYN, 2019, p. 20)

Figura 202 – Efeitos do pH de diversas soluções químicas na corrosão de uma liga de alumínio 1100 tratada com a têmpera H14



Fonte: Van Horn (1967, p. 270).

A limpeza a seco para as ligas de alumínio e aço inoxidável pode ser feita com pincel ou esfregando a superfície com pano microfibras na direção dos grãos, isto é, na direção original da laminação ou do polimento realizado durante a fabricação (JUDD FOUNDATION, 2017, p. 37).

A resistência à corrosão dos aços inoxidáveis confere aparência permanente, aspecto visual que resulta da formação de uma camada de óxidos de cromo protetora sobre a superfície. Essa camada é contínua, não porosa, insolúvel e, dependendo das condições ambientais, se regenera; ela pode ser descrita como passivadora. Entretanto, ela também pode ser dissolvida quando a liga está exposta a sais minerais presentes em água utilizada para rinsagem ou após uma manipulação (manchas de digital).

A aplicação de coberturas de proteção nas ligas de alumínio não é indicada para a conservação de obras. Deve-se evitar a aplicação de coberturas orgânicas sobre a superfície do metal devido à possibilidade de formação de corrosão filiforme (INGALLS, 2019, p. 134). Evitem-se, igualmente, ceras e acrílicos, pois esses são ineficientes na manutenção da cobertura do alumínio, e lacas, pois há risco de corrosão filiforme (HALLAM, 2019, p. 205). Coberturas orgânicas delgadas (0.1 mm) devem ser evitadas pelo mesmo motivo. A corrosão filiforme tem início nos defeitos e falhas como riscos, e ocorre entre a película e o metal (SELWYN, 2019, p. 19). Outras referências mais específicas para a limpeza de ligas de alumínio e aço inoxidável podem ser encontradas abaixo (Quadro 28).

Quadro 28 – Referências para limpeza

Liga	Comentário	Referência
Alumínio	Evitar limpeza a vapor: temperatura elevada pode promover redução nas camadas de óxidos (de baierita e gibsite para boemita).	SELWYN, 2019, p. 20
Alumínio	Detergente com pH neutro para remoção sujidades e depósitos.	MORRIS; SLATON, 2015.
Alumínio e aço inoxidável	Para remover manchas de digital utilizar flanela ou pano de polir comuns na joalheria.	NPS, 2002, p. 7
Aço inoxidável	As manchas de digital podem ser reduzidas com o etanol. Para a remoção de raiados ¹⁰⁰ , recomendam-se soluções ácidas à base de ácido fosfórico a 10% ou misturas de soluções a 10% de ácido oxálico e fosfórico.	CONSIDINE, 2010, p. 10; 113; 226.
Aço inoxidável	As manchas de digital podem ser removidas com sabão neutro ou detergente; nas ligas com polimento espelho pode-se recorrer a	EUROINOX, 2003, p. 7.

¹⁰⁰ O termo raiado (TAYLOR, 2000, p. 9200) (*streak*) refere-se a um defeito que pode ser observado em ligas de alumínio ou de aço inoxidável; ele é formado pela contaminação local de uma substância durante a laminação do metal. Esse dano não pode ser confundido com as listras (*stripes*) (EAFA, 2020, p. 12).

limpa-vidros isento de cloretos. Para manchas persistentes, marcas de óleo, tintas e pixação, diferentes procedimentos e produtos são recomendados.	EUROINOX, 2011. ACESITA, s/d, p. 12. MCGUIRE, 2008, p. 220.
---	---

Fonte: Elaborado pelo autor.

CONCLUSÃO

O estudo de obras selecionadas das séries *Bicho* e *Trepante* da artista Lygia Clark, aqui representadas pelas obras *Bicho relógio de sol* (1960/MAM-RJ), *Bicho* (1960/Coleção Setúbal), *Bicho* (1963/Coleção Setúbal), *O Antes é o Depois* (1963/Coleção Setúbal), *Bicho relógio de sol* (1960/Fundação Nemirovsky), *Bicho máquina* (1962/MFAH) e *Trepante* (1965/MFAH), permitiu:

- evidenciar a singularidade de cada exemplar e as exigências técnicas necessárias para a sua concepção, definir os conceitos de “réplicas”, “múltiplo” e “versão”, além de atestar a participação de profissionais especializados durante a sua elaboração;
- propor elementos visuais necessários para distinguir a fabricação manual daquela mecanizada, identificar os materiais que compõem as obras e atestar a presença de ligas de alumínio ou de aço inoxidável nas obras;
- expor os fundamentos necessários para a identificação e o registro de danos, para o reconhecimento de defeitos, bem como indicar orientações para a preservação de obras em alumínio e aço inoxidável.

Tendo em vista que a artista produziu mais de quatro dezenas de obras, constata-se que este estudo contempla tão somente uma parcela desse universo, e deve ser aprimorado. A aproximação com mais exemplares feitos em alumínio, alumínio anodizado e aço inoxidável, bem como o exame de outras peças de variadas dimensões é fundamental para a compreensão de um panorama mais completo das técnicas, dos materiais e das principais formas de deterioração. Esse processo ainda permitirá ampliar o glossário ilustrado de danos e defeitos tipicamente encontrados nas ligas metálicas modernas. É importante considerar, por fim, que as obras que compõem o acervo da artista utilizam outras ligas além daquelas em alumínio e aço inoxidável, como, por exemplo, o aço, o aço pintado, o cobre e o latão.

REFERÊNCIAS

Livros de metais

ARES, J. A. **O Metal**: técnica de conformação, forja e soldadura. Barcelona: Parramón Ediciones S.A., 2005.

ASKELAND, D. R.; PHULÉ, P. P. **Ciência e engenharia dos materiais**. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

BRESCIANI FILHO, E.; BENTO DA SILVA, I. **Conformação plástica dos metais**. 6. ed. São Paulo: Edusp, 2011.

CALLISTER, W. D. **Ciência e engenharia de materiais**: uma introdução. 5. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2002.

COTELL, Catherine M.; SPRAGUE, James A. **Surface Engineering**. Ohio: ASM International, 1994. v. 5.

CRAMER, S. D.; COVINO JR., B. S. (ed.). **Corrosion**: Fundamentals, Testing, and Protection. 9ª ed. Ohio: ASM International, 2003. v. 13.

DAVIS, J. R. Understanding the Corrosion Behavior of Aluminum. *In*: _____. (ed.). **Corrosion of Aluminum and Aluminum Alloys**. Ohio: ASM International, 1999. p. 25-43. Disponível em: <https://dl.asminternational.org/technical-books/book/134/Corrosion-of-Aluminum-and-Aluminum-Alloys>. Acesso em: 11 jul. 2021.

DE SOUSA, Paulo César Borges. **Como montar uma serralheria**: ideias de negócios. SEBRAE, s.d. Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ideias/Como-montar-uma-serralheria>. Acesso em: 23 ago. 2021.

DOYLE, L. E. *et al.* **Processos de fabricação e materiais para engenheiros**. São Paulo: Edgard Blücher; Edusp, 1962.

GENTIL, V. **Corrosão**. 6. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2012.

GRONEMAN, C. H.; FEIRER, J. L. **Artes industriais**: planejamento e prática. 2. ed. Rio de Janeiro: Livraria Freitas Bastos S.A., 1967.

GROOVER, Mikell P. **Fundamentals of modern manufacturing**: materials, processes and systems. New Jersey: John Wiley & Sons, 2010.

HIGGINS, R. A. **Materials for Engineers and Technicians**. 4. ed. Oxford: Elsevier, 2006.

KALPAKJIAN, S.; SCHMID, S. R. **Manufacturing engineering and technology**. 6. ed. New York: Prentice-Hall, 2010.

NAAMM; NOMMA. **Metal Manual**: For Architectural and Metal Products. 5. ed. Chicago: National Association of Architectural Metal Manufacturers; National Ornamental Miscellaneous & Metals Association, 2006. Disponível em:

https://cdn.ymaws.com/www.nomma.org/resource/resmgr/technical/finishes_manual.pdf. Acesso em: 12 ago. 2021.

NICHOLS, Sarah C. *et al.* **Aluminum by design**. Carnegie Museum of Art. New York: Harry N. Abrams, 2000.

POURBAIX, M. **Atlas of Electrochemical Equilibria in Aqueous Solutions**. 2. ed. Houston: National Association of Corrosion Engineers; Brussels: Centre Beige d'Etude de la Corrosion, 1974. Disponível em: sunlight.caltech.edu/aic/pourbaix.pdf. Acesso em: 22 jun. 2022.

REARDON, A. C. (ed.). **Metallurgy for the Non-Metallurgist**. 2. ed. Ohio: ASM International, 2011. Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=o-YTN9aXAeIC&pg=PA1&source=gbs_toc_r&cad=4#v=onepage&q&f=false. Acesso em: 22 jun. 2022.

ROCHA, O. F. L. Da. **Conformação mecânica**. Belém: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará; Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2012.

SHEASBY, P. G.; PINNER, R. **The Surface Treatment and Finishing of Aluminum and Its Alloys**. 6. ed. Ohio: Finishing Publications Ltd. and ASM International. 2001. Disponível em: https://www.asminternational.org/home/-/journal_content/56/10192/06945G/PUBLICATION. Acesso em: 9 ago. 2021.

SHUGAR, Aaron N.; MASS, Jennifer L. (ed.). **Studies in Archeological Sciences: Handheld XRF for Art and Archeology**. Belgium: Leuven University Press, 2012.

SMITH, W. F. **Princípios de ciência e engenharia dos materiais**. 3. ed. Lisboa: McGraw-Hil, 1998.

TAYLOR, James L. **Dicionário Metalúrgico**. 2. ed. São Paulo: Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais, 2000.

WAGNER, Monika (ed.). **Lexikon des künstlerischen Materials: Werkstoffe der modernen Kunst von Abfall bis Zinn**. München: Verlag C. H. Beck. Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=7QTLWpyF51YC&pg=PA30&source=gbs_selected_pages&cad=3#v=onepage&q&f=false. Acesso em: 6 jan. 2020.

WHAN, Ruth E. (ed.). **Materials Characterization**. Ohio: ASM Handbook Committee. 1998. v. 10.

WILLIS, James P.; DUNCAN, Andrew R. **Understanding XRF Spectrometry: A practical guide with worked examples. Basic concepts and instrumentation**. Holanda: Panalytical, 2008. v. 1.

Aço inoxidável

ACESITA. **Vivendo melhor com o Inox: O manual da Acesita para a limpeza e a manutenção do Inox em arquitetura**. [s.l.]: ACESITA. s/d.

AMERICAN Iron and Steel Institute – Committee of Stainless Steel Producers. **Stainless Steel for Machining**. Washington: American Iron and Steel Institute, 1985.

DAVIS, J. R. **Alloy Digest Sourcebook: Stainless steel**. Ohio: ASM International, 2000. Disponível em:

https://books.google.com.br/books?id=chuUynnDVJ8C&pg=PA1&source=gbs_toc_r&cad=4#v=onepage&q&f=false. Acesso em: 9 jan. 2020.

FODRA, Valdir Luís Filho. **Aço inox: Acabamentos**. Acabamentos dos aços inoxidáveis. [s.l.]: ACESITA. 1997.

IMO – The International Molybdenum Association. **Practical Guidelines for the Fabrication of Austenitic Stainless Steels**. 2010. Disponível em:

https://www.imoa.info/download_files/stainless-steel/Austenitics.pdf. Acesso em: 8 jan. 2020.

JESSEN, C. Q. **Stainless steel and corrosion**. Dinamarca: Damstahl, 2011. Disponível em: www.damstahl.com. Acesso em: 8 jan. 2020.

MCGUIRE, Michael. **Stainless Steels for Design Engineers**. Ohio: ASM International, Materials Park, 2008.

OUTOKUMPU. **Handbook of Stainless Steel**. Suécia: Outokumpu, 2013. Disponível em:

<http://www.outokumpu.com/sitecollectiondocuments/outokumpu-stainless-steel-handbook.pdf>. Acesso em: 08 jan. 2020.

SSINA – Specialty Steel Industry of North America. **Stainless steel: Architectural facts**.

Washington: 1998. Disponível em: <https://www.ssina.com/wp-content/uploads/2019/06/architect.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2022.

ZAHNER, William. **Architectural Metals: A Guide to Selection, Specification, and Performance**. John Wiley & Sons Inc, New York, 1995. Disponível em:

https://books.google.com.br/books?id=57jzHvkZrCQC&pg=PA29&source=gbs_toc_r&cad=4#v=onepage&q&f=false. Acesso em: 8 ago. 2021.

ZAHNER, William. **Stainless Steel Surfaces: a Guide to Alloys, Finishes, Fabrication and Maintenance in Architecture and Art Architectural Metals Series**. New Jersey: John Wiley & Sons Inc, United States, 2019.

Alumínio

AA – Aluminum Association. **Guidelines for Minimizing Water Staining of Aluminum**. Arlington. The Aluminum Association. 5. ed. 2009. Disponível em:

<https://www.aluminum.org/sites/default/files/Water%20Staining%20Guidelines.pdf>. Acesso em: 5 ago. 2021.

AA – Aluminum Association. **Rolling Aluminum: From the Mine Through the Mill**. 3. ed. Arlington: The Aluminum Association, 2007. Disponível em:

https://www.aluminum.org/sites/default/files/Rolling_Aluminum_From_The_Mine_Through_The_Mill.pdf. Acesso em: 5 ago. 2021.

AA – Aluminum Association. **Terms and Definitions**. Global Advisory Group GAG – Guidance. The Aluminum Association, 2011. Disponível em:

<https://www.aluminum.org/sites/default/files/2021->

[09/GAG 001 Terms and Definitions 3rd Edition 2011 01 August 21 2011 JW.pdf](#).

Acesso em: 24 jun. 2022.

AA – Aluminum Association. **Visual Quality Characteristics of Aluminum Sheet and Plate**. 4. ed. Washington: The Aluminum Association, 2002. Disponível em: <https://www.aluminum.org/sites/default/files/VisualQualityCharacteristicsSheet&Plate.pdf>. Acesso em: 5 ago. 2021.

ABAL – Associação Brasileira do Alumínio. **Guia técnico do alumínio: Laminação**. São Paulo: Associação Brasileira do Alumínio, 1994.

ABAL – Associação Brasileira do Alumínio. **Guia técnico do alumínio: tratamento de superfície**. São Paulo: Associação Brasileira do Alumínio, 1996. v. 3.

BURLEIGH, David. Corrosion of Aluminum and Its Alloys. *In*: TOTTEN, G. E.; MACKENZIE, D. S. (ed.). **Handbook of Aluminum production: Physical Metallurgy and Process**. New York: Marcel Dekker, 2003. p. 428-471.

CAA – Civil Aviation Authority. Corrosion and Inspection of General Aviation Aircraft. 2017. Disponível em: https://publicapps.caa.co.uk/docs/33/CAP1570_Corrosion.pdf. Acesso em 15 set. 2021.

DAVIS, J. R. (ed.). **Alloying: understanding the basics**. Ohio: ASM International, 2001.

DAVIS, J. R. **Aluminum and Aluminum Alloys**. Ohio: ASM International Handbook Committee, 1998.

EAlFA – European Aluminium Foil Association. **Surface Characteristics of Aluminium Foil**. 2020. Disponível em: <https://www.alufoil.org/en/about-alufoil/reference-library/surface-characteristics.html>. Acesso em: 9 ago. 2021.

KAUFMAN, J. G. **Introduction to Aluminum and Aluminum Alloys**. Ohio: ASM International, 2000.

PAINTON, Edgar T. **The working of aluminium**. London: Chapman & Hall LTD, 1923.

SHORT, Ted. **The Identification and Prevention of Defects on Anodized Aluminium Parts**. [s.l.: s. n.]. Disponível em: <https://www.fot.de/uploads/docs/fehlermoeglichkeiten.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2019.

STACEY, Michael. **Aluminium and Durability: Towards Sustainable Cities**. 2. ed. Michael Stacey Architects. London: International Aluminium Institute, 2015. Disponível em: https://www.world-aluminium.org/media/filer_public/2016/10/03/tsc_report1_aluminiumdurability_bookspreads_100dpi_release_locked_1016.pdf. Acesso em 22 jul. 2021.

STEVENSON, Milton F. Jr. Anodizing. *In*: COTELL, C. M.; SPRAGUE, J. A.; SMIDT, F. A., Jr. (ed.). **Surface Engineering**. Ohio: ASM Handbook. 1994. v. 5. p. 482-493.

SUKIMAN, N. L. *et al.* Durability and Corrosion of Aluminium and Its Alloys: Overview, Property Space, Techniques and Developments. *In*: AHMAD, Zaki (ed.). **Aluminium Alloys: New Trends in Fabrication and Applications**. Pakistan: IntechOpen, 2012. p.47-97, v. 5.

Disponível em: https://cdn.intechopen.com/pdfs/41099/InTech-Durability_and_corrosion_of_aluminium_and_its_alloys_overview_property_space_techniques_and_developments.pdf. Acesso em: 5 ago. 2021.

VAN HORN, K. R. **Aluminum**. [s.l.]: American Society for Metals, 1967.

VARGEL, Christian. **Corrosion of Aluminum**. [s.l.]: Elsevier, 2004.

Livros de conservação

CHILD, Robert E. The Identification of Post-Industrial Revolution Metals. *In*: CHILD, Robert E.; TOWNSEND, Joyce M. **Modern Metals in Museums**. National Museum of Wales – Scottish Society for Conservation and Restoration. United Kingdom Institute of Conservation. 1988. p. 7-15.

CONSIDINE, Brian et al. **Conserving Outdoor Sculpture**: The Stark Collection at the Getty Center. Los Angeles: Getty Conservation Institute, 2010.

COSTA, Virginia. **Modern metals in cultural heritage**: understanding and characterization. Los Angeles: Getty Conservation Institute, 2019.

DUNCAN, Stephen. Aluminum: Its Alloys, Coating and Corrosion. *In*: CHILD, Robert E.; TOWNSEND, Joyce M. (ed.). **Modern Metals in Museums**. National Museum of Wales – Scottish Society for Conservation and Restoration. United Kingdom Institute of Conservation. 1988. p. 27-32.

ICOMOS – International Council on Monuments and Site. **Glossário ilustrado das formas de deterioração da pedra**. Tradução de José Delgado Rodrigues e Maria João Revez. Paris: International Scientific Committee for Stone (ICOMOS-ISCS), 2008. Disponível em: https://www.icomos.pt/images/pdfs/Glossario_Pedra_Icomos.pdf. Acesso em: 19 maio 2022.

JESTER, Thomas C. (ed.). **Twentieth-Century Building Materials**: History and Conservation. Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 2014.

LAGUE, Mary D. Metals. *In*: VAN HORN, Deborah Rose; CULLIGAN, Heather; MIDGETT, Corinne. **Basic Condition Reporting**: A Handbook. 4. ed. London: Southeastern Registrars Association; Rowman & Littlefield, 2015. p. 63-68. Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=btNOCgAAQBAJ&pg=PR12&lpg=PR12&dq=condition+report+in+metals&source=bl&ots=MZE2eK1V7A&sig=ACfU3U2NGpnMnf_7GRGSH2432GU7EY_r7Q&hl=en&sa=X&ved=2ahUKEwjYwKTahqzmAhUsIrkGHXR_YBgQQ6AEwBH0ECAoQAQ#v=onepage&q=condition%20report%20in%20metals&f=false. Acesso em: 10 de dez. 2019.

MARTÍNEZ, Soledad Díaz; ALONSO, Emma García. **Proyecto COREMANS**: Criterios de intervención en materiales metálicos. Espanha: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2015. Disponível em: https://www.libreria.culturaydeporte.gob.es/libro/proyecto-coremans-criterios-de-intervencion-en-materiales-metalicos_5335/. Acesso em: 12 jul. 2022.

NPS – National Park Service. Appendix O: Curatorial Care of Metal Objects. Museum Handbook, Part I, 2002. Disponível em:

<https://www.nps.gov/museum/publications/mhi/Appendix%20O.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2022.

PEDERSOLI JR., José Luiz; AN TOMARCHI, Catherine; MICHALSKI, Stefan. **A Guide to Risk Management of Cultural Heritage**. Canada: ICCROM; Government of Canada, Canadian Conservation Institute, 2016.

SEHN, Magali Melleu. **Entre resíduos e dominós**: preservação de instalações de arte no Brasil. Belo Horizonte: C/Arte, 2014.

SELWYN, Lyndsie. Aluminum: A Modern Metal in Cultural Heritage. *In*: CHEMELLO, Claudia *et al.* (ed.). **Aluminum**: History, Technology, and Conservation. Proceedings from the 2014 International Conference. Washington: Smithsonian Scholarly Press, Smithsonian Contributions to Museum Conservation, 2019. n. 9. p. 1-28.

SELWYN, Lyndsie. **Metals and Corrosion**: A Handbook for the Conservation Professional. Ottawa: Canadian Conservation Institute, 2004.

Artigos de Conservação

ADAMS, Chris. HALLAM, David. Finishes on Aluminum — A Conservation Perspective. *In* HALLAM, David (ed.). **Saving the Twentieth Century: The Conservation of Modern Materials**. Canadian Conservation Institute, Ottawa, 1993.

COOK, Cliff. **Preparing Silica Gel for Contained Storage of Metal Objects** – Canadian Conservation Institute (CCI) Notes 9/14. Canadá: Canadian Conservation Institute. Disponível em: <https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/conservation-preservation-publications/canadian-conservation-institute-notes/prep-silica-gel.html>. Acesso em: 17 jul. 2022.

DEGRIGNY, Christian. The Conservation of Historical Marine, Terrestrial and Industrial Aluminium Objects: A Review. *In*: CHEMELLO, Claudia *et al.* (ed.). **Aluminum**: History, Technology, and Conservation. Proceedings from the 2014 International Conference. Washington: Smithsonian Scholarly Press, Smithsonian Contributions to Museum Conservation, 2019. n. 9. p. 87-95.

INGALLS, Helen. Materials, Deterioration, and Conservation of Aluminum Foil on James Hampton's Throne of the Third Heaven: All That Glitters is not Gold. *In*: CHEMELLO, Claudia *et al.* (ed.). **Aluminum**: History, Technology, and Conservation. Proceedings from the 2014 International Conference. Washington: Smithsonian Scholarly Press, Smithsonian Contributions to Museum Conservation, 2019. n. 9. p. 127-135.

HALLAM, David. Preventive Conservation and Maintenance of Aluminium Artefacts and Collections. *In*: CHEMELLO, Claudia *et al.* (ed.). **Aluminum**: History, Technology, and Conservation. Proceedings from the 2014 International Conference. Washington: Smithsonian Scholarly Press, Smithsonian Contributions to Museum Conservation, 2019. n. 9. p. 199-207.

JUDD FOUNDATION. Guidelines for the Care and Handling of Donald Judd Works in Metal. Revised version, New York, 2017. p. 10. Disponível em: <https://juddfoundation.org/research/conservation/conservation-guidelines/>. Acesso em: 2 de ago. 2021.

NAGY, Eleonora. The Maladies of Mill-Produced Metal in Modern Art. *Studies in Conservation*, n.º 49, p. 67-72, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1179/sic.2004.49.s2.015>. Acesso em: 3 ago. 2017.

WILLIAMS, Donna; LOWINGER, Rosa. Quiet collaboration: The Special Relationship Between Artist and their fabricators. In HEUMAN, Jacky (ed.). **From Marble to Chocolate** – The Conservation of Modern Sculpture. Archetype Publications, Tate Gallery Conference, 1995.

LOGAN, Judy. **Storage of Metals** – Canadian Conservation Institute (CCI) Notes 9/2. Canadá: Canadian Conservation Institute. Disponível em: <https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/conservation-preservation-publications/canadian-conservation-institute-notes.html>. Acesso em: 17 jul. 2022.

Revista

ASHBY, James. The Aluminium Legacy: the History of the Metal and its Role in Architecture. **Construction History**, v. 15, p. 79-90, 1999.

JESTER, Thomas C. Aluminum Finishes in Postwar Architecture. **APT Bulletin Journal of Preservation Technology**, v. 46, n. 1, Special Issue on Modern Metal Finishes, p. 41-49, 2015.

MORRIS, Jamie Clapper; SLATON, Deborah. Modern Metals: Finishes, Investigation, and Conservation Considerations. **APT Bulletin Journal of Preservation Technology**, v. 46, n. 1, Special Issue on Modern Metal Finishes, p. 29-38, 2015.

PENSE, A. Metallurgy 101. **APT Bulletin Journal of Preservation Technology**, [s. l.], v. 43, n. 4, p. 5-12. 2012.

PENSE, A. Metallurgy 102. **APT Bulletin Journal of Preservation Technology**, [s. l.], v. 46, n. 1, Special Issue on Modern Metal Finishes, p. 5-11, 2015.

PIEPER, Richard. The “White Metals” of Early-Twentieth-Century American Architecture. **APT Bulletin Journal of Preservation Technology**, v. 46, n. 1, Special Issue on Modern Metal Finishes, p. 2328, 2015.

Artigos de Metais

ALUMINUM-ZENTRALE. **Cleaning of Aluminium in the Bulding Industry**. Alemanha: Gesamtverband Der Aluminiumindustrie, 2006. Disponível em: http://www.aluinfo.de/files/_media/dokumente/Downloads/Technische%20Daten/Merkblaette/r/A5_Cleaning_of_Aluminium_in_the_Building_Industrie.pdf. Acesso em: 23 jun. 2022.

AA – The Aluminum Association. **Care of Aluminum**. [S.l.: s.n], s.d.

CFIA – Canadian Food Inspection Agency. **Metal Can Defects** – Identification and Classification. 1989. Disponível em: <https://inspection.canada.ca/preventive-controls/metal-can-defects/eng/1510763304486/1510763304952>. Acesso em: 9 jun. 2022.

COCHRANE, David. **Guide to Stainless Steel Finishes**. Bruxelas: Euro Inox, 2005. Disponível em: https://www.imoa.info/download_files/stainless-steel/euroinox/Finishes.pdf?m=1454491282&. Acesso em: 12 jun. 2020.

DOMINGO, Rick. **Advisory Circular: Corrosion Control for Aircraft**. U.S. Department of Transportation, Federal Aviation Administration. Disponível em: http://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/AC_43-4B.pdf. Acesso em: 4 ago. 2021.

EURO INOX. **Cleaning and Maintenance of Stainless Steel Architectural Surfaces**. 2003. Disponível em: https://coreco.es/descarga/euroinox/cleaning_maintenance_en.pdf. Acesso em: 4 ago. 2021.

EURO INOX. **Cleaning Architectural Stainless Steel**. Bélgica, Euro Inox, 2011. Disponível em: https://www.imoa.info/download_files/stainless-steel/euroinox/Cleaning.pdf?m=1454359954&. Acesso em: 4 ago. 2021.

FURNEAUX, Robin; GERBER, Monica. **QUALANOD – Quality Label for Sulfuric Acid-Based Anodizing of Aluminium**. 2021. Disponível em: www.qualanod.net. Acesso em: 27 set. 2021.

OSBORN, Joseph H. **Understanding and Specifying Anodizing: what a Manufacturer Needs to Know**. 2014. disponível em: <http://www.omwcorp.com/wp-content/uploads/2018/02/Understanding-and-Specifying-Anodizing-1.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2021.

Livros de Arte

ANDREWS, Oliver. **Living Materials: A Sculptor's Handbook**. Berkeley; Los Angeles; London: University of California Press, 1988. Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=sQ5SzVvYfBwC&pg=PA35&source=gbs_selected_pages&cad=3#v=onepage&q&f=false. Acesso em: 6 jan. 2020.

CLARK, Lygia. Lygia Clark. *In*: BUARQUE DE HOLLANDA, Heloísa. **Patrulhas ideológicas**. São Paulo: Brasiliense, 1980, p. 153-158.

CLARK, Lygia; OITICICA, Hélio. **Lygia Clark - Helio Oiticica**: Cartas, 1964-1974. Organização de Luciano Figueiredo. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 1996.

COCCHIARALE, Fernando; GEIGER, Anna Bella. **Abstracionismo Geométrico e Informal**: a vanguarda brasileira nos anos cinquenta. Rio de Janeiro: FUNARTE, 1987.

CORBETA, Glória. **Manual do escultor**. Porto Alegre: AGE, 2003.

FABBRINI, Ricardo Nascimento. **O espaço de Lygia Clark**. São Paulo: Atlas, 1994.

MILLIET, Maria Alice. **Lygia Clark**: Obra - Trajeto. São Paulo: Edusp, 1992.

NAVES, Rodrigo. Amilcar de Castro: Matéria de Risco. *In*: _____. **A forma difícil**: ensaios sobre arte brasileira. 2. ed. São Paulo: Ática, 1997. p. 225-259.

OSTROWER, Fayga. **Criatividade e processos de criação**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Vozes, 2016.

PECCININI, Daisy Valle Machado (org.). **Objeto na arte**: Brasil anos 60. São Paulo: Fundação Armando Alvares Penteado, 1978.

POEPCKE, José Saturnino; TOGNI, Marcos Antônio; KISLANSKY, Israel (ed.). **Fundição Artística**. São Paulo: SENAI, 2012.

READ, Hebert Edward. **Escultura moderna**: uma história concisa. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

ROLNIK, Suely. Arquivo para uma obra-acontecimento. *In*: FREIRE, CRISTINA (org.). **Arte contemporânea**: preservar o quê? São Paulo: Museu de Arte Contemporânea da Universidade de São Paulo, 2015. p. 87-110.

WEISSMANN, Franz. **Franz Weissmann (1911-2005)**: edição comemorativa do centenário de nascimento do artista. Rio de Janeiro: Edições Pi, 2005.

Trabalhos de conclusão de curso

SILVA, Raquel Furtado. **Conservação e restauração da escultura “Monumento a Galileu Galilei”**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Conservação e Restauração de Bens Culturais Móveis) – Escola de Belas Artes, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.

Dissertações

ALVES DE ANDRADE, Edmárcia. **A representação brasileira na Bienal de Arte de Veneza**: da primeira participação em 1950 ao destaque para a edição de 1964. 2019. 236 f. Dissertação (Mestrado em Artes, Cultura e Linguagens) – Instituto de Artes e Design, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2019. Disponível em: <https://www2.ufjf.br/ppgacl/files/2019/08/DISSERTA%c3%87%c3%83O-Edm%c3%a1rcia-Andrade-TESTE.pdf>. Acesso em: 5 maio 2021.

CALIXTO, Rolando. **Max Bill e a Unidade Tripartida**. 2016. 80 f. Dissertação (Mestrado em Estética e História da Arte) – Programa de Pós-Graduação Interunidades em Estética e História da Arte, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

CARRASCO, Gessonia Leite de Andrade. **Preservação de artefatos ornamentais de ferro integrados à arquitetura** – Estudo de caso: Cemitério do Imigrante, Joinville, SC. Florianópolis, SC, 2009. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

DE ALMEIDA, Eduardo Augusto Alves. **Aspectos da Estruturação do Self de Lygia Clark**: perspectivas críticas. 2013. 248 f. (Mestrado em Estética e História da Arte) – Programa de Pós-Graduação Interunidades em Estética e História da Arte, Universidade de São Paulo, São Paulo, São Paulo, 2013.

DE ANDRADE, Risonete Alves Pereira. **Lygia Clark**: a obra é o seu ato – Dos Casulos ao Caminhando. 2003. Dissertação (Mestrado em Artes) – Instituto de Artes, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

DE CARVALHO, Dirce Helena Benevides. **Lygia Clark**: o vôo para o espaço real – do bi para o tridimensional. 2008. 127 f. (Mestrado em Estética e História da Arte) – Programa de Pós-Graduação Interunidades em Estética e História da Arte, Universidade de São Paulo, São Paulo, São Paulo, 2008.

LATTAVO, Patricia Miguez. **Lygia Clark**: teoria e prática nas obras voltadas para a participação do espectador. 2016. 88 f. Dissertação (Mestrado em História Social da Cultura) – Programa de Pós-Graduação em História Social da Cultura, Departamento de História do Centro de Ciências Sociais, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

REIS, Tatiana Russo dos. **Oxidação de esculturas de aço patinável pertencentes ao acervo da Pinacoteca de São Paulo**. 2018. 99 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais) – Programa de Mestrado Acadêmico em Engenharia de Materiais e Nanotecnologia, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2018.

Teses

BOTTALLO, Marilúcia. **A mediação cultural e a construção de uma vanguarda institucional**: o caso da arte construtiva brasileira. 2011. 255 f. Tese (Doutorado em Ciências da Informação) – Escola de Comunicações e Artes, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

ROSADO, Alessandra. **História da arte técnica**: um olhar contemporâneo sobre a práxis das ciências humanas e naturais no estudo de pinturas sobre tela e madeira. 2011. 289 f. Tese (Doutorado em Artes) – Escola de Belas Artes, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/JSSS-8NXE38>. Acesso em: 18 mar. 2016.

Catálogos

AGUILAR, Nelson. Arte fora dos limites. *In*: _____. **22ª Bienal Internacional de São Paulo – Salas Especiais**. São Paulo: Fundação Bienal de São Paulo, 1994. p. 22-37. Catálogo.

BUTLER, Cornelia H.; PERÉZ-ORAMAS, Luis (org.). **Lygia Clark**: The Abandonment of Art – 1948-1988. New York: The Museum of Modern Art, 2014. Catálogo.

CLARK, Lygia. 1960: A morte do plano. *In*: GULLAR, Ferreira; PEDROSA, Mário; CLARK, Lygia. (org.). **Lygia Clark**. Rio de Janeiro: FUNARTE; INAP, 1980. p. 13. Catálogo.

CLARK, Lygia. 1960: Bichos. *In*: GULLAR, Ferreira; PEDROSA, Mário; CLARK, Lygia. (org.). **Lygia Clark**. Rio de Janeiro: FUNARTE; INAP, 1980. p. 17. Catálogo.

CLARK, Lygia. 1964: Caminhando. *In*: GULLAR, Ferreira; PEDROSA, Mário; CLARK, Lygia. (org.). **Lygia Clark**. Rio de Janeiro: FUNARTE; INAP, 1980. p. 25. Catálogo.

CLARK, Lygia. 1965: a propósito da magia do objeto. *In*: GULLAR, Ferreira; PEDROSA, Mário; CLARK, Lygia. (org.). **Lygia Clark**. Rio de Janeiro: FUNARTE; INAP, 1980. p. 27-28. Catálogo.

CLARK, Lygia. 1965: a propósito do instante. *In*: GULLAR, Ferreira; PEDROSA, Mário; CLARK, Lygia. (org.). **Lygia Clark**. Rio de Janeiro: FUNARTE; INAP, 1980. p. 27. Catálogo.

CLARK, Lygia. 1965: arte, religiosidade, espaço-tempo. *In*: GULLAR, Ferreira; PEDROSA, Mário; CLARK, Lygia. (org.). **Lygia Clark**. Rio de Janeiro: FUNARTE; INAP, 1980. p. 29. Catálogo.

CLARK, Lygia. 1965: do ato. *In*: GULLAR, Ferreira; PEDROSA, Mário; CLARK, Lygia. (org.). **Lygia Clark**. Rio de Janeiro: FUNARTE; INAP, 1980. p. 23. Catálogo.

CLARK, Lygia. 1965: um mito moderno: a colocação em evidência do instante como nostalgia do cosmos. *In*: GULLAR, Ferreira; PEDROSA, Mário; CLARK, Lygia. (org.). **Lygia Clark**. Rio de Janeiro: FUNARTE; INAP, 1980. p. 29. Catálogo.

CLARK, Lygia. 1966: Nós recusamos. *In*: GULLAR, Ferreira; PEDROSA, Mário; CLARK, Lygia. (org.). **Lygia Clark**. Rio de Janeiro: FUNARTE; INAP, 1980. p. 30. Catálogo.

CLARK, Lygia. 1968: Somos domésticos? *In*: GULLAR, Ferreira; PEDROSA, Mário; CLARK, Lygia. (org.). **Lygia Clark**. Rio de Janeiro: FUNARTE; INAP, 1980. p. 31. Catálogo.

CLARK, Lygia. Bichos – Lygia Clark (1960). *In*: AMARAL, Aracy. **Projeto construtivo brasileiro na arte (1950-1962)**. São Paulo: Pinacoteca; Secretaria da Cultura, Ciência e Tecnologia; Rio de Janeiro: Museu de Arte Moderna; FUNARTE, 1972. p. 248. Catálogo.

CLARK, Lygia. Conferência pronunciada na Escola Nacional de Arquitetura em Belo Horizonte em 1956. *In*: FUNDACIÓ ANTONI TAPIES. **Lygia Clark**. Fundació Antoni Tàpies, Barcelona, 21 octubre-21 décembre 1997; MAC, Galeries Contemporaines des Musées de Marseille, 16 janvier-12 avril 1998; Fundação de Serralves, Porto, 30 avril-28 juin 1998; Société des Expositions du Palais des Beaux-Arts, Bruxelles, 24 juillet-27 septembre 1998; Paço Imperial, Rio de Janeiro, 8 décembre 1998-28 février 1999. Barcelona, Fundació Antoni Tàpies, 1998, p. 71. Catálogo.

CLARK, Lygia. Escritos. *In*: **LYGIA Clark: uma retrospectiva**. São Paulo: Itaú Cultural, 2015. p. 66-193. Catálogo.

CLARK, Lygia. Pensamento mudo. *In*: GULLAR, Ferreira; PEDROSA, Mário; CLARK, Lygia. (org.). **Lygia Clark**. Rio de Janeiro: FUNARTE; INAP, 1980. p. 5. Catálogo.

FUNDACIÓ ANTONI TAPIES. **Lygia Clark**. Fundació Antoni Tàpies, Barcelona, 21 octubre-21 décembre 1997; MAC, Galeries Contemporaines des Musées de Marseille, 16 janvier-12 avril 1998; Fundação de Serralves, Porto, 30 avril-28 juin 1998; Société des Expositions du Palais des Beaux-Arts, Bruxelles, 24 juillet-27 septembre 1998; Paço Imperial, Rio de Janeiro, 8 décembre 1998-28 février 1999. Barcelona: Fundació Antoni Tàpies, 1998. Catálogo.

GALERIA de Arte das Folhas. **Lygia Clark – Fraz Weissmann – Lothar Charoux – Galeria de Arte das “Folhas” / Prêmio Leirner de Arte Contemporânea**. 1958. Catálogo.

GULLAR, Ferreira. A trajetória de Lygia Clark. *In*: FUNDACIÓ ANTONI TAPIES. **Lygia Clark**. Fundació Antoni Tàpies, Barcelona, 21 octubre-21 décembre 1997; MAC, Galeries Contemporaines des Musées de Marseille, 16 janvier-12 avril 1998; Fundação de Serralves, Porto, 30 avril-28 juin 1998; Société des Expositions du Palais des Beaux-Arts, Bruxelles, 24 juillet-27 septembre 1998; Paço Imperial, Rio de Janeiro, 8 décembre 1998-28 février 1999. Barcelona, Fundación Antoni Tàpies, 1998. p. 59-68. Catálogo.

GULLAR, Ferreira; PEDROSA, Mário; CLARK, Lygia. (org.). **Lygia Clark**. Rio de Janeiro: FUNARTE; INAP, 1980. Catálogo.

HERKENHOFF, Paulo. Lygia Clark. *In*: FUNDACIÓ ANTONI TAPIES. **Lygia Clark**. Fundació Antoni Tàpies, Barcelona, 21 octubre-21 décembre 1997; MAC, Galeries Contemporaines des Musées de Marseille, 16 janvier-12 avril 1998; Fundação de Serralves, Porto, 30 avril-28 juin 1998; Société des Expositions du Palais des Beaux-Arts, Bruxelles, 24 juillet-27 septembre 1998; Paço Imperial, Rio de Janeiro, 8 décembre 1998-28 février 1999. Barcelona, Fundación Antoni Tàpies, 1998. p. 36-58. Catálogo.

MAURICIO, Jayme (cur.). **Il Brasile: Alla XXXIV Biennale Di Venezia**. São Paulo: Olivetti Industrial S.A, 1968. Disponível em: <https://icaadocs.mfah.org>. Acesso em: 07 fev. 2020. Catálogo.

MUSEU de Arte de Belo Horizonte. **Lygia Clark**. Belo Horizonte: Museu de Arte de Belo Horizonte, 1993. Catálogo.

MUSEU de Arte Moderna de São Paulo. **Contribuição da Mulher às Artes Plásticas no País**. São Paulo, dez. 1960/jan. 1961. Arquivo IEB-USP. Documento YM-020. Catálogo.

PEDROSA, Mário. Lygia Clark e seus “Bichos”. *In*: FUNDAÇÃO Bienal de São Paulo. **VII Bienal de São Paulo**. São Paulo, 1963. p. 119-123. Catálogo.

PEDROSA, Mário. Significação de Lygia Clark. *In*: GULLAR, Ferreira; PEDROSA, Mário; CLARK, Lygia. (org.). **Lygia Clark**. Rio de Janeiro: FUNARTE; INAP, 1980. p. 15-21. Catálogo.

PEDROSA, Vera. Lygia Clark: o homem é o centro (*Correio da Manhã*, Rio de Janeiro, 30 maio 1968). *In*: BORJAVILLEL, Manuel J. *et al.* **Lygia Clark**. Rio de Janeiro: Paço Imperial, 1998. p. 227-228. Catálogo.

PÉREZ-ORAMAS, Luis. Lygia Clark: If you hold a stone. *In*: **Lygia Clark: the abandonment of art – 1948-1988**. New York: The Museum of Modern Art, 2014. p. 30-49. Catálogo.

PINAKOTHEKE Cultural. **Lygia Clark (1920-1988): 100 anos**. Rio de Janeiro: Pinakothek Cultural, 2021. Catálogo.

WANDERLEY, Lula. Em busca do espaço imaginário interior do corpo. *In*: AGUILAR, Nelson. **22ª Bienal Internacional de São Paulo – Salas Especiais**. São Paulo: Fundação Bienal de São Paulo, 1994. p. 57-64. Catálogo.

Jornais

Correio da Manhã

A IMPORTÂNCIA de ir além do ponto que todos permitem. **Correio da Manhã**, Rio de Janeiro, 10 nov. 1971, p. 10. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 5 de fev. 2020.

AQUI, Mario Schemberg explica a arte de Lygia Clark (“está sempre perto dos jovens”). **Correio da Manhã**, Rio de Janeiro, 10 nov. 1971. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 3 set. 2019.

CASA é o Corpo de Lygia Clark vai para Veneza. **Correio da Manhã**, Rio de Janeiro, 17 abr. 1968. Arquivo IEB-USP. Documento YM-0434. Disponível em: <http://memoria.bn.br/>. Acesso em: 18 de nov. 2019.

CLARK, Lygia. Cartas, cartas e relax – Itinerário das Artes Plásticas. **Correio da Manhã**, Rio de Janeiro, 22 mar. 1964. Arquivo IEB-USP. Documento YM-0448. Disponível em: <http://memoria.bn.br/>. Acesso em: 18 de nov. 2019.

CORDEIRO, Waldemar. Neo-retórica. **Correio da Manhã**, Rio de Janeiro, 6 ago.1960. p. 8. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 2 de out. 2019.

EM SÃO Paulo novembro chega com Lygia Clark. **Correio da Manhã**, Rio de Janeiro, 21 out. 1971.

LYGIA e a vitória de seus “bichos” em N.Y. **Correio da Manhã**, Rio de Janeiro, Quinto Caderno, 17 mar. 1963, p. 1. Disponível em: http://memoria.bn.br/DocReader/DocReader.aspx?bib=089842_07&PagFis=37960&Pesq=Lygia Clark e a. Acesso em: 3 set. 2019.

MARY e Lygia: escultoras premiadas em Paris e Salvador. **Correio da Manhã**, Rio de Janeiro, 3 jan. 1967.

MAURÍCIO, Jaime. As novas dimensões de Lygia Clark. **Correio da Manhã**, Rio de Janeiro, Segundo Caderno, 19 jun. 1965. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 2 out. 2019.

MAURÍCIO, Jaime. Lygia e o establishment – Artes Plásticas. **Correio da Manhã**, Rio de Janeiro, 20 jan. 1972. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 3 set. 2019.

MAURÍCIO, Jaime. No Museu de Arte Moderna: gente moça renovando a paisagem artística. **Correio de Manhã**, Rio de Janeiro, Edição 19111(1), Suplemento Dominical, 15 jul. 1955, p. 1, 12. Disponível em: http://memoria.bn.br/DocReader/docreader.aspx?bib=089842_06&pasta=ano%201955&pesq=gente%20mo%C3%A7a%20renovando%20a%20paisagem. Acesso em: 1 out. 2019.

MAURÍCIO, Jaime. O que vai pelo MAM do Rio – Itinerário das Artes Plásticas. **Correio da Manhã**, Rio de Janeiro, 2 jun. 1963. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 5 fev. 2020.

MAURÍCIO, Jaime. Uma nova e talentosa pintora. **Correio da Manhã**, Rio de Janeiro, 26 out. 1952, p. 11. Disponível em: http://memoria.bn.br/DocReader/docreader.aspx?bib=089842_06&pasta=ano195&pesq=Lygia Clark. Acesso em: 3 set. 2019.

MAURÍCIO, Jaime. Valorização da linha e cromatismos no plano arquitetônico. **Correio da Manhã**, Rio de Janeiro, 7 abr. 1956, p. 10. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 2 out. 2019.

MOOON, Scarlet. Ascânio MMM ou a arte do alumínio. **Correio da Manhã**, Rio de Janeiro, 21 out. 1972, p. 3. Disponível em: <http://memoria.bn.br/>. Acesso em: 22 mar. 2020.

PEDROSA, Vera. Lygia Clark: o homem é o centro. **Correio da Manhã**, Rio de Janeiro, Segundo Caderno, 30 maio 1968, p. 1. Disponível em: <http://memoria.bn.br/>. Acesso em: 11 out. 2019.

UMA CARTA de Lygia Clark a Jaime Maurício. **Correio da Manhã**, Rio de Janeiro, 22 mar. 1964, p. 11. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 29 jan. 2020.

VITRINE de Lygia Clark para o museu. **Correio da Manhã**, Rio de Janeiro, Primeiro Caderno, 14 out. 1956, p. 18. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 31 jan. 2020.

Diário Carioca

DANTAS, Ismênia. Lygia Clark explica sua pintura: todo artista é um suicida. **Diário Carioca**, Rio de Janeiro, 11 out. 1959. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 3 set. 2019.

BENTO, Antônio. Lygia Clark na “Bonino”. **Diário Carioca**, Rio de Janeiro, 25 out. 1960. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 3 fev. 2020.

BENTO, Antônio. Os Bichos de Lygia Clark. **Diário Carioca**, Rio de Janeiro, 8 out. 1960. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 3 fev. 2020.

CONCRETOS se acham fáceis de entender. **Diário Carioca**, Rio de Janeiro, 5 abr. 1959. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 3 set. 2019.

BENTO, Antônio. Artes. **Diário Carioca**, Rio de Janeiro, 26 fev. 1957. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 3 set. 2019.

BENTO, Antônio. Lygia Clark. **Diário Carioca**, Rio de Janeiro, 11 out. 1959. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 3 set. 2019.

Diário do Comércio

Ligia Clark. **Diário do Comércio**, Belo Horizonte, 29 dez. 1993. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 3 set. 2019.

Diário de Minas

KARINA. Mineira na Vanguarda da Sorbone. **Diário de Minas**, 25 maio 1975.

LYGIA Clark, seu êxito na França. **Diário de Minas**, 10 set. 1975.

Diário de Notícias

CARTA, Ivo. Lygia, o corpo e o gesto. **Diário de Notícias**, Rio de Janeiro, 20 mar. 1973. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 3 set. 2019.

LYGIA Clark Prêmio Diário de Notícias na IV Bienal. **Diário de Notícias**, Rio de Janeiro, 13 out. 1957, Revista Feminina, p. 8-9. Disponível em: [http://memoria.bn.br/DocReader/DocReader.aspx?bib=093718_03&PagFis=65672&Pesq=lygia clark](http://memoria.bn.br/DocReader/DocReader.aspx?bib=093718_03&PagFis=65672&Pesq=lygia%20clark). Acesso em: 3 set. 2019.

MORAIS, Frederico. Introdução à obra de Lygia Clark. **Diário de Notícias**, Rio de Janeiro, Segunda Seção, 16 jan. 1967, p. 3. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 22 mar. 2020.

Estado de Minas

SEBASTIÃO, Walter. A celebração da amizade. **Estado de Minas**, Belo Horizonte, 11 fev. 1997, p. 6.

SEBASTIÃO, Walter. Lygia Clark: a invenção da arte reconstruída. **Estado de Minas**, Belo Horizonte, 16 jan. 1994, p. 8.

Folha de São Paulo

AUTRAN, Gustavo. Restrospectiva exhibe os passos de Lygia Clark. **Folha de São Paulo**, São Paulo, Ilustrada, 8 dez. 1998, p. 8. Disponível em: <https://acervo.folha.com.br/>. Acesso em: 20 set. 2019.

BOLLIGER, Júlia. Lygia Clark é destaque de leilão na Inglaterra. **Folha de São Paulo**, São Paulo, Ilustrada, 27 abr. 2010, p. E5. Disponível em: <https://acervo.folha.com.br/>. Acesso em: 20 set. 2019.

CAMBARÁ, Isa. Lygia Clark, a rebelde solitária. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 26 abr. 1988. Disponível em: <https://acervo.folha.com.br/>. Acesso em: 3 set. 2019.

CYPRIANO, Fabio. Desacordo exclui Lygia Clark da Bienal. **Folha de São Paulo**, São Paulo, Ilustrada, 2 jun. 2010, p. E5. Disponível em: <https://acervo.folha.com.br/>. Acesso em: 20 set. 2019.

CYPRIANO, Fabio. Lygia Clark à distância. **Folha de São Paulo**, São Paulo, Ilustrada, 4 jun. 2010, p. E4. Disponível em: <https://acervo.folha.com.br/>. Acesso em: 20 set. 2019.

CYPRIANO, Fabio. Lygia Clark: o corpo da arte. **Folha de São Paulo**, São Paulo, Ilustrada, 25 jan. 2006, p. E1. Disponível em: <https://acervo.folha.com.br/>. Acesso em: 20 set. 2019.

FABBRINI, Ricardo. O essencial do desejo. **Folha de São Paulo**, São Paulo, Jornal de Resenhas, 10 jul. 1999, p. 3. Disponível em: <https://acervo.folha.com.br/>. Acesso em: 20 set. 2019.

FIGUEIREDO, Luciano; SUZUKI, Matinas. A quebra da moldura – Entrevista de Lygia Clark a Luciano Figueiredo. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 2 mar. 1986, Folhetim, n. 473, p. 3. Disponível em: <https://acervo.folha.com.br>. Acesso em: 03 set. 2019.

FIORAVANTE, Celso. Barcelona acompanha o caminhar de Lygia Clark. **Folha de São Paulo**, São Paulo, Ilustrada, 11 out. 1997, p. 12. Disponível em: <https://acervo.folha.com.br/>. Acesso em: 20 set. 2019.

FIORAVANTE, Celso. Lygia Clark busca todos os sentidos. **Folha de São Paulo**, São Paulo, Ilustrada, 1 jun. 1999, p. 9. Disponível em: <https://acervo.folha.com.br/>. Acesso em: 20 set. 2019.

LYGIA Clark busca na pintura a expressão do próprio espaço. **Folha da Manhã**, São Paulo, 27 set. 1958, p. 7. Disponível em: <https://acervo.folha.com.br>. Acesso em: 20 set. 2019.

LYGIA Clark busca na pintura a expressão do próprio espaço. **Folha da Noite**, São Paulo, 22 set. 1958. Disponível em: <https://acervo.folha.com.br>. Acesso em: 20 set. 2019.

MARTÍ, Silas. Clark quente. **Folha de São Paulo**, São Paulo, Ilustrada, 20 jun. 2011, p. E1. Disponível em: <https://acervo.folha.com.br/>. Acesso em: 20 set. 2019.

MARTÍ, Silas. Obra de Lygia Clark é revista em grande retrospectiva paulistana. **Folha de São Paulo**, São Paulo, Ilustrada, 30 ago. 2012, p. E3. Disponível em: <https://acervo.folha.com.br/>. Acesso em: 20 set. 2019.

NATALI, João Batista. Não-objetos de Lygia Clark vêm ao Rio. **Folha de São Paulo**, São Paulo, Ilustrada, 23 set. 1998, p. 1. Disponível em: <https://acervo.folha.com.br/>. Acesso em: 20 set. 2019.

ROLNIK, Suely. O corpo vibrátil de Lygia Clark. **Folha de São Paulo**, São Paulo, Mais!, 30 abr. 2000, p. 14-15. Disponível em: <https://acervo.folha.com.br/>. Acesso em: 20 set. 2019.

Jornal do Brasil

LYGIA Clark (pintora concretista): A arte me disciplina e me educa. **Jornal do Brasil**, Rio de Janeiro, Segundo Caderno, 8 ago. 1957, p. 17. Disponível em: http://memoria.bn.br/DocReader/docreader.aspx?bib=030015_07&pasta=ano 195&pesq=A arte me disciplina e me educa. Acesso em: 3 set. 2019.

AYALA, Walmir. Lygia Clark: proibido estacionar hoje. **Jornal do Brasil**, Rio de Janeiro, Caderno B, 3 fev. 1968, p. 2. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 03 set. 2019.

AYALA, Walmir. O aprendizado do ver. **Jornal do Brasil**, Rio de Janeiro, 19 out. 1971. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 29 jan. 2020.

AYALA, Walmir. O múltiplo em pauta. **Jornal do Brasil**, Rio de Janeiro, Caderno B, 14 out. 1971. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 22 out. 2019.

AYALA, Walmir. Os Bichos – para a escultora Lygia Clark, a propósito dos seus bichos. **Jornal do Brasil**, Rio de Janeiro, Suplemento Dominical, 9 dez. 1961. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 3 set. 2019.

AYALA, Walmir. Precariedade e participação. **Jornal do Brasil**, Rio de Janeiro, 5 mar. 1969. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 29 jan. 2020.

AYALA, Walmir. Uma lição de vida. **Jornal do Brasil**, Rio de Janeiro, 6 mar. 1969. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 3 set. 2019.

BIENAL da Bahia nas mãos de Lígia. **Jornal do Brasil**, Rio de Janeiro, Revista de Domingo, 8 jan. 1967, p. 3. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 22 mar. 2020.

BONFIM, Beatriz. O pensamento mudo de Lygia Clark. **Jornal do Brasil**, Rio de Janeiro, 30 jun. 1972. Disponível em: <http://memoria.bn.br>>. Acesso em: 18 fev. 2020.

COUTINHO, Wilson. A radical Lygia Clark. **Jornal do Brasil**, Rio de Janeiro, Caderno B, 15 dez. 1980, p. 9. Disponível em: <http://memoria.bn.br>>. Acesso em: 27 dez. 2019.

DA COSTA, Maria Ignêz. Lígia Clark e a proposição da imanência. **Jornal do Brasil**, Rio de Janeiro, Caderno B, 6 jan. 1968, edição 00235(1), p. 21. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 6 fev. 2020.

GULLAR, Ferreira. A nova linguagem de Lygia Clark. **Jornal do Brasil**, Rio de Janeiro, 2 abr. 1960, p. 4. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 3 set. 2019.

GULLAR, Ferreira. Amilcar de Castro, Franz Weissmann, Ferreira Gullar. **Jornal do Brasil**, Rio de Janeiro, Suplemento Dominical, 22 mar. 1959, p. 7. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 3 set. 2019.

GULLAR, Ferreira. Arte neoconcreta agora. **Jornal do Brasil**, Rio de Janeiro, Suplemento Dominical, edição 00278(2), 27 nov. 1960, p. 1. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 20 set. 2019.

GULLAR, Ferreira. Do quadro ao não-objeto. **Jornal do Brasil**, Rio de Janeiro, Suplemento Dominical, edição 00243(1), 15/16 out. 1960, p. 1. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 17 nov. 2021.

AYALA, Walmir. Corpo a Corpo. **Jornal do Brasil**, Rio de Janeiro, 17 nov. 1971. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 29 jan. 2020.

Jornal do Brasil – Suplemento Dominical

GULLAR, Ferreira. Galeria Bonino abre dia 18 com brasileiros e argentino. **Jornal do Brasil**, Rio de Janeiro, Suplemento Dominical, 10 maio 1960. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 3 set. 2019.

GULLAR, Ferreira. O lugar da obra. **Jornal do Brasil**, Rio de Janeiro, Suplemento Dominical, edição 00036(1), 11 fev. 1961, p. 7. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 3 set. 2019.

GULLAR, Ferreira. Venturi: Lygia Clark encontrou uma solução extraordinariamente nova. **Jornal do Brasil**, Rio de Janeiro, Suplemento Dominical, edição 00036(1), 16 out. 1960, p. 7. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 3 set. 2019.

HELD, Jean-Francis. Esse mal-amado. **Jornal do Brasil**, Rio de Janeiro, 21 set. 1974. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 1 out. 2019.

JARDIM, Reynaldo. Em busca do tempo Lygia Clark vira o espaço ao avesso. **Jornal do Brasil**, Rio de Janeiro, 15 abr. 1961. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 5 fev. 2020.

JORNAL do Brasil, Rio de Janeiro, edição 00239(1), 11 out. 1960, p. 2. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 29 jul. 2019.

KLEIN, Cristian. Nenhum homem faria o que eu fi". **Jornal do Brasil**, Rio de Janeiro, Caderno B, 8 dez. 1998, p. 33. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 6 fev. 2020.

KLEIN, Cristian. O retorno de Lygia Clark. **Jornal do Brasil**, Rio de Janeiro, 28 out. 1986. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 6 fev. 2020.

LAUS, Harry. Lygia Clark, Grande Prêmio na Bahia. **Jornal do Brasil**, Rio de Janeiro, Caderno B, 3 jan. 1967, p. 2. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 22 mar. 2020.

LYGIA Clark na Bonino. **Jornal do Brasil**, Rio de Janeiro, 27 set. 1960. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 3 set. 2019.

LYGIA CLARK. O vazio-pleno. **Jornal do Brasil**, Rio de Janeiro, Suplemento Dominical, 2 abr. 1960, p. 5. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 4 de nov. 2019.

LYGIA vai mostrar arte de meninos surdos. **Jornal do Brasil**, Rio de Janeiro, 29 set. 1960. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 5 fev. 2020.

MACKSEN, Luiz. Ligia Clark: a sensível manifestação. **Jornal do Brasil**, Rio de Janeiro, Caderno B, 10 nov. 1971, p. 8. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 21 set. 2019.

MARTINS, Vera. Exposição Neoconcreta – III: Ligia Clark. **Jornal do Brasil**, Rio de Janeiro, Caderno B, 27 abr. 1961, p. 6. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 29 jan. 2020.

MARTINS, Vera. Lygia Clark: depois de dez anos de trabalho o prêmio da Bienal. **Jornal do Brasil**, Rio de Janeiro, 14 set. 1961. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 3 set. 2019.

MERQUIOR, Jose Guilherme. Galateia ou a morte da pintura. **Jornal do Brasil**, Rio de Janeiro, Suplemento Dominical, 26 nov. 1960. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 3 set. 2019.

NEOCONCRETOS exibem no Palácio da Cultura arte mais simples e acessível. **Jornal do Brasil**, Rio de Janeiro, Suplemento Dominical, edição 00274(1), 22 nov. 1960, p. 5. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 1 out. 2019.

PEDROSA, Mário. Lygia Clark, ou o fascínio do espaço. **Jornal do Brasil**, Rio de Janeiro, Primeiro Caderno, edição 00274 (1), 26 nov. 1957, p. 6. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 29 ago. 2019.

PEDROSA, Mário. Significação de Lygia Clark. **Jornal do Brasil**, Rio de Janeiro, Suplemento Dominical, edição 00249 (1), 22-23 out. 1960, p. 39. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 2 out. 2019.

PEDROSA, Vera. Lygia vista por Clay. **Jornal do Brasil**, Rio de Janeiro, 22 fev. 1969. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 16 out. 2019.

PONTUAL, Roberto. A arte entre todos. **Jornal do Brasil**, Rio de Janeiro, 22 set. 1973, p. 5. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 1 out. 2019.

PONTUAL, Roberto. Lygia Clark – A Fantasmática do Corpo. **Jornal do Brasil**, Rio de Janeiro, Caderno B, 21 set. 1977. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 18 fev. 2020.

PONTUAL, Roberto. Lygia Clark – Corpo e Objeto. **Jornal do Brasil**, Rio de Janeiro, Caderno B, 27 jul. 1977, p. 9. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 18 fev. 2020.

PONTUAL, Roberto. Os preconceitos rompidos. A cisão do concretismo. **Jornal do Brasil**, Rio de Janeiro, Caderno B, 18 set. 1971, p. 4-5. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 1 out. 2019.

PONTUAL, Roberto. Um pouco de tudo. **Jornal do Brasil**, Rio de Janeiro, 21 jun. 1977, p. 5. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 1 out. 2019.

SARMENTO, Edelweiss. Lygia Clark e o espaço concreto expressional. **Jornal do Brasil**, Rio de Janeiro, 2 jul. 1959, p. 3. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 29 ago. 2019.

SCHILD, Susana. Lygia Clark – depois do corpo, uma volta às artes plásticas. **Jornal do Brasil**, Rio de Janeiro, 6 dez. 1984. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 1 out. 2019.

SPANUDIS, Theon. Nova realidade espacial: a pintura de Lygia Clark. **Jornal do Brasil**, Rio de Janeiro, 04/05 jul. 1959. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 18 fev. 2020.

Módulo Brasil Arquitetura (revista)

CLARK, Lygia. Uma experiência de integração. **Módulo Brasil Arquitetura**, Rio de Janeiro, n. 8, 1956, p. 45. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 29 jul. 2019.

DUARTE, Paulo Sérgio. **Módulo Brasil Arquitetura**, Rio de Janeiro, edição 00076 (5), 1983, p. 86. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 1 de out. 2019.

LYGIA CLARK – TRABALHOS... Lygia Clark – Trabalhos da década de 50: Casulos, Trepantes, Superfícies moduladas e Bichos. **Módulo Brasil Arquitetura**, Rio de Janeiro, edição 00069(4), 1982, p. 11. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 1 de out. 2019.

MÓDULO Brasil Arquitetura, Rio de Janeiro, 1982, p. 11. Disponível em: <http://memoria.bn.br>. Acesso em: 1 de out. 2019.

OS “BICHOS” de Lygia Clark. **Módulo Brasil Arquitetura**, Rio de Janeiro, edição 00021(4), 1960, p. 16-21.

O Estado de São Paulo

AMANHÃ exposição de Lygia. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 7 nov. 1971. Disponível em: <https://acervo.estadao.com.br>. Acesso em: 31 de jan. 2020.

AUMENTA o número de telhados de alumínio CBA [Companhia Brasileira de alumínio] no país. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 8 mar. 1961, p. 18. Disponível em: <https://acervo.estadao.com.br>. Acesso em: 15 de out. 2019.

D’HORTA, Arnaldo Pedroso. Da escultura imóvel à escultura dançada. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 29 dez. 1971, p. 7. Disponível em: <https://acervo.estadao.com.br>. Acesso em: 15 de out. 2019.

DE MORAIS, Angélica. A trajetória original de Lygia Clark sai em livro. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 13 out. 1992. Disponível em: <https://acervo.estadao.com.br>. Acesso em: 30 de jan. 2020.

DE MORAIS, Angélica. Minas expõe obras inéditas de Lygia Clark. **O Estado de São Paulo**, Caderno 2, 22 dez. 1993. Disponível em: <https://acervo.estadao.com.br>. Acesso em: 5 fev. 2020.

FRANÇA, José-Augusto. O Brasil na Bienal de Veneza. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 21 jul. 1962, p. 16. Disponível em: <https://acervo.estadao.com.br>. Acesso em: 5 fev. 2020.

GINÁSIO do Paulistano: visão de conjunto cobertura-laje circular, tratadas com alumínio e concreto à vista, respectivamente. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 17 set. 1961. Disponível em: <https://acervo.estadao.com.br>. Acesso em: 15 de out. 2019.

GONÇALVES FILHO, Antônio. Artista fez da sua obra uma terapia. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, Caderno 2, 19 mar. 1996, p. D8. Disponível em: <https://acervo.estadao.com.br>. Acesso em: 5 fev. 2020.

GRAIEB, Carlos. Barcelona verá arte singular de Lygia Clark. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, Caderno 2, 19 mar. 1996, p. D8. Disponível em: <https://acervo.estadao.com.br>. Acesso em: 5 fev. 2020.

HIRSZMAN, Maria. Lygia Clark em questão. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, Caderno 2, 24 jan. 2006. Disponível em: <https://acervo.estadao.com.br>. Acesso em: 15 de out. 2019.

HIRSZMAN, Maria. MAM exhibe trajetória revolucionária de Lygia Clark. **O Estado de São Paulo**, Caderno 2, 1 jun. 1999, p. D3. Disponível em: <https://acervo.estadao.com.br>. Acesso em: 5 fev. 2020.

LEIRNER, Sheila. Ausência de compromisso histórico. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 6 abr. 1982, p. 23. Disponível em: <https://acervo.estadao.com.br>. Acesso em: 15 de out. 2019.

LYGIA Clark e o concreto. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 10 set. 1958. Disponível em: <https://acervo.estadao.com.br>. Acesso em: 15 de out. 2019.

MOSTRA sintetiza processo criativo de Lygia Clark. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 22 set. 2004. Disponível em: <https://acervo.estadao.com.br>. Acesso em: 15 de out. 2019.

NA SEMANA visual, Lygia Clark e jovens argentinos. **O Estado de São Paulo**, 30 mar. 1982. Disponível em: <https://acervo.estadao.com.br>. Acesso em: 5 fev. 2020.

PEDROSA, Mário. A obra de Lygia Clark. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 28 dez. 1963, p. 38. Disponível em: <https://acervo.estadao.com.br>. Acesso em: 15 de out. 2019.

PONTUAL, Roberto. Lygia Clark, uma arte sem consumo. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 6 fev. 1971, p. 7. Disponível em: <https://acervo.estadao.com.br>. Acesso em: 15 de out. 2019.

TODOS participam da arte de Lygia Clark. **O Estado de São Paulo**, 6 nov. 1971, p. 7. Disponível em: <https://acervo.estadao.com.br>. Acesso em: 5 fev. 2020.

O Globo

ÁLBUM de Família – Artes Plásticas é área problemática. **O Globo**, Rio de Janeiro, 8 mar. 2008.

BRINDES Culturais – Presentes à inteligência dos presenteados. **O Globo**, Rio de Janeiro, 18 dez. 1984.

DEPOIMENTO de Álvaro Clark. **O Globo**, Rio de Janeiro, Caderno Prosa & Verso, 15 mar. 2008, p. 3.

GULLAR, Ferreira. Um ser novo no universo da arte. **O Globo**, Rio de Janeiro, 26 abr. 1988.

HARA, Hélio. Mostra sensorial reúne Oiticica e Clark. **O Globo**, Rio de Janeiro, 19 jan. 1995.

JALKH, Ana Maria. Lições de Lygia na fronteira do corpo humano. **O Globo**, 2 maio 1984.

JORDÃO, Vera Pacheco. Lygia Clark na Galeria Bonino. **O Globo**, Rio de Janeiro, 12 out. 1960. Disponível em: <<https://acervo.oglobo.globo.com>>. Acesso em: 29 jul. 2019.

MORAIS, Frederico. A vitalidade de Lygia Clark e do neoconcretismo carioca. **O Globo**, Rio de Janeiro, 26 abr. 1982.

MORAIS, Frederico. Contra a gestalt a teoria do não-objeto. **O Globo**, Rio de Janeiro, 6 jan. 1976.

MUSEU monta obra inédita de Lygia Clark. **O Globo**, Rio de Janeiro, Segundo Caderno, 14 mar. 2001, p. 2.

VELASCO, Suzana. Rio não verá exposição da artista Lygia Clark. **O Globo**, Rio de Janeiro, Segundo Caderno, 16 ago. 2008, p. 12.

O Jornal

MENEZES, Wanda. Gente da cidade. **O Jornal**, Rio de Janeiro, 3 fev. 1963. Disponível em: <http://memoria.bn.br/>. Acesso em: 1 de out. 2019.

PARA A ESCULTORA Clark a árvore é a curva abstrata. **O Jornal**, Rio de Janeiro, 23 dez. 1962. Disponível em: <http://memoria.bn.br/>. Acesso em: 1 de out. 2019.

Tribuna da Imprensa

MAM realiza mostra da fase sensorial de Lygia Clark. **Tribuna da Imprensa**, Rio de Janeiro, Edição 15405(1), 4 jul. 2000, p. 6. Disponível em: <http://memoria.bn.br/>. Acesso em: 29 de jan. 2020.

PEDROSA, Mário. Arte concretista vai escalar a montanha. **Tribuna da Imprensa**, Rio de Janeiro, edição 01883(1), 9 mar. 1956, p. 5. Disponível em: <http://memoria.bn.br/>. Acesso em: 1 de out. 2019.

PEDROSA, Mário. Iniciativa que pode brotar em cimento. **Tribuna da Imprensa**, Rio de Janeiro, edição 01890(2), 17-18 mar. 1956, p. 5. Disponível em: <http://memoria.bn.br/>. Acesso em: 1 de out. 2019.

Revistas de época*O Cruzeiro (Revista)*

A BIENAL reuniu obras de todas as épocas e de todas as partes. **O Cruzeiro**, edição 0002(1), 21 out. 1961, p. 126. Disponível em: <http://memoria.bn.br/>. Acesso em: 29 jul. 2019.

Suplemento Literário

CASA NOVA, Vera Lúcia de Carvalho. Lygia Clark: escultura/escritura. **Suplemento Literário**, Belo Horizonte, n. 43, nov. 1998, p. 3-5. Disponível em: <http://www.letras.ufmg.br/websuplit/arquivos.php?a=1998&c=00004311199803-00004311199804-00004311199805>. Acesso em: 1 de out. 2019.

MILLIET, Maria Alice. Lygia Clark a obra é o trajeto. **Suplemento Literário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 1142, mar. 1990, p. 2-3. Disponível em: <http://www.letras.ufmg.br/websuplit/arquivos.php?a=1990&c=23114203199002-23114203199003>. Acesso em: 2 de out. 2019.

SAMPAIO, Márcio. A (Anti) arte de Lygia Clark. **Suplemento Literário**, Belo Horizonte, v. 2, n. 20, jan. 1967, p. 7. Disponível em: <http://www.letras.ufmg.br/websuplit/arquivos.php?a=1967&c=02002001196707>. Acesso em: 2 de out. 2019.

VIDIGAL, Pedro Maciel. Bio.grafia de Lygia Clark. **Suplemento Literário**, Belo Horizonte, n. 36, abr. 1998, p. 9. Disponível em: <http://www.letras.ufmg.br/websuplit/arquivos.php?a=1998&c=00003604199809>. Acesso em: 2 de out. 2019.

WANDERLEY, Lula. Entre bichos e parangolés. **Suplemento Literário**, Belo Horizonte, v. 39, n. 1276, jan. 2005, p. 18-19. Disponível em: <http://www.letras.ufmg.br/websuplit/arquivos.php?a=2005&c=39127601200518-39127601200519>. Acesso em: 2 de out. 2019.

Outras

A HORA do corpo. **Veja**, São Paulo, 12 set. 1973.

A VANGUARDA de Lygia Clark, reeditada. **Jornal da Tarde**, São Paulo, 30 mar. 1982.

AMOR, Mônica. The Inside is the Outside: the precariousness of boundaries in the works of Lygia Clark. **Art Nexus**, fev./abr. 1999, p. 52-59.

BOGHICI, Jean. Entrevista com Jean Boghici. [Entrevista cedida a] Paula Cristina Terra. Rio de Janeiro, 15 nov. 1993. p. 1-29. Associação Cultural Lygia Clark.

Entrevista realizada por João Henrique Ribeiro Barbosa com Álvaro Edwards Clark, presidente da Associação Cultural Lygia Clark (ACLC), em 26 e 29 de novembro de 2018, na cidade do Rio de Janeiro.

CLARK, Ligia. **Crítica**. Belo Horizonte, 30 set.-6 out. 1974, p. 11-13.

CLARK, Ligia. Ligia Clark: Sempre tive crises como se estivesse morrendo. [Entrevista cedida a] José Guinle Filho. Centro de Documentação do Museu de Arte de São Paulo, São Paulo. Não datada.

CLARK, Lygia. Uma experiência de integração. **Brasil – Arquitetura Contemporânea**, Rio de Janeiro, n. 8, p. 45, 1956. Disponível em: <http://icaadocs.mfah.org/icaadocs/THEARCHIVE/FullRecord/tabid/88/doc/1085817/language/en-US/Default.aspx>. Acesso em: 3 out. 2019.

EXPOSIÇÃO reúne 280 trabalhos de Lygia Clark. **O Tempo**, Magazine, 23 set. 1998, p. 4.

FABBRINI, Ricardo. O essencial do desejo – Trajetória de Lygia Clark do construtivismo aos objetos terapêuticos, é tema de exposição. **Jornal de Resenhas**, São Paulo, Especial 3, 10 jul. 1999. Disponível em: <http://jornalderesenas.com.br/resenha/o-essencial-do-desejo/>. Acesso em: 18 fev. 2020.

FAQUER, Glauce. Presença de Lygia Clark. **O Fluminense**, Rio de Janeiro, 21 jan. 1981. Disponível em: <http://memoria.bn.br/>. Acesso em: 5 fev. 2020.

FOLHA da Tarde, São Paulo, 30 mar. 1982.

GILLIES, Jane. **Conservation Report - Object nº 2005.47**, Houston, 17 nov. 2009.

GILLIES, Jane. **Conservation Report - Object nº 2006.47**, Houston, 21 jan. 2011.

GULLAR, Ferreira. Lygia Clark e a busca sem limites. **Jornal da Tarde**, São Paulo, 27 abr. 1988.

JORNAL do Comércio, Rio de Janeiro, 23 dez. 1962. Disponível em: <http://memoria.bn.br/>. Acesso em: 5 fev. 2020.

LINDOTE, Marta Martins. Corte e dobra nas obras de Lygia Clark e Amílcar de Castro. **Diário Catarinense**, Florianópolis, 5 mar. 1994.

LYGIA Clark – A coragem e a magia de ser contemporâneo. **Anexo**, Rio de Janeiro, ano LXXI, n. 24.105, 10 nov. 1971.

LYGIA Clark, artista bióloga. **Veja**, São Paulo, 24 nov. 1971.

MAM-RJ. **Ficha catalográfica de obras da artista Lygia Clark no Museu de Arte Moderna do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Museu de Arte Moderna do Rio de Janeiro, 2000.

MEDALLA, David (ed.). Lygia Clark at Signals London 27th May to 3rd July. **Signals Newsbulletin of Signals London**. London, v. 1, n. 7, abr./maio 1965. Disponível em: <http://icaadocs.mfah.org>. Acesso em: 3 out. 2019.

MENDONÇA, Xavier de. Os jogos de Lygia Clark. **Popular da tarde**, São Paulo, 3 dez. 1971.

MOTTA, Morgan da. Lygia Clark dá à vanguarda uma nova dimensão. **Hoje em dia**, Belo Horizonte, 24 jan. 1994.

MOYA, Sergio Delgado. Casa, hogar y objetos relacionais: resistencias al objeto como mercancía en la obra de Lygia Clark. **Cuadernos de Literatura**, v. XXII, n. 43, 2018. p. 54-74. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6574467>. Acesso em: 3 set. 2019.

O SOPRO vital de Lygia Clark. Mulheres à frente do seu tempo. **Cláudia**, São Paulo, abr. 2006, p. 168-171.

OS BICHOS estão presos. **Jornal da Tarde**, São Paulo, 21 set. 2007.

PONTUAL, Roberto. Lygia Clark. [s.l.: s.n.]. Não datado. 2 folhas, cópia datilografada.

QUATRO escultores, num novo endereço da arte. **Jornal da Tarde**, São Paulo, 28 out. 1980.

QUEIROZ, Cristina. Estética da ruptura Centenário do nascimento de Lygia Clark é marcado pela ampliação do entendimento sobre sua obra. **Pesquisa FAPESP**, São Paulo, ano 21, n. 295, set. 2020, p. 85-88. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/estetica-da-ruptura/>. Acesso em: 28 out. 2020.

Cartas

CLARK, Lygia. [Carta]. Destinatário: Diná Coelho, Rio de Janeiro. 16 abr. 1963. 1 f. Fundação Bienal de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <http://arquivo.bienal.org.br/pawtucket/>. Acesso em: 5 fev. 2020.

CLARK, Lygia. [Carta]. Destinatário: Willys de Castro. Rio de Janeiro, 8 abr. 1965. 1 f. Arquivo do Instituto de Arte Contemporânea, São Paulo. Disponível em: <http://www.iacbrasil.org.br/busca-acervo>. Acesso em: 1 out. 2019.

FURTADO, Celso. [Carta]. Destinatário: Aracy Amaral. São Paulo, 28 jan. 1988. Arquivo IEB-USP. Documento AAA-C-CF-001.

SCOVINO, Felipe. [Carta] 21 mar. 2007, Rio de Janeiro [para] MILLIET, Maria Alice, São Paulo. 1 f. Certificação da obra *Bicho relógio de sol* (1960) pertencente a Fundação Nemirovsky. Arquivo Fundação Nemirovsky.

Fôlder

BOLSA de valores do Rio de Janeiro: Lygia Clark – Caranguejo. Rio de Janeiro, 1985. Fôlder.

UNLIMITED... UNLIMITED – New works by Lygia Clark, Kenneth Martin, Mary Martin, Michel McKinnon. [S.l.]. Não datado. Fôlder.

Certificado

ACLC – ASSOCIAÇÃO Cultural “O mundo de Lygia Clark”. Certificado de Autenticidade de Obra da Artista Lygia Clark/ N°000454 – Bicho/1960. Rio de Janeiro, 4 set. 2003. Certificado.

ACLC – ASSOCIAÇÃO CULTURAL “O MUNDO DE LYGIA CLARK”. Certificado de Autenticidade de Obra da Artista Lygia Clark/ N°000446 – Bicho/1963. Rio de Janeiro, 4 set. 2003. Certificado.

ACLC – ASSOCIAÇÃO CULTURAL “O MUNDO DE LYGIA CLARK”. Certificado de Autenticidade de Obra da Artista Lygia Clark/N°000564 – Bicho – Relógio do sol. Rio de Janeiro, 7 jan. 2010.

ACLC – ASSOCIAÇÃO CULTURAL “O MUNDO DE LYGIA CLARK”. Certificado de Autenticidade de Obra da Artista Lygia Clark/N°000561 – Bicho – O antes é o depois/1963. Rio de Janeiro, 17 jul. 2008. Certificado.

ASSOCIAÇÃO CULTURAL “O MUNDO DE LYGIA CLARK”. Certificado de Autenticidade de Obra da Artista Lygia Clark/N°000594 – Bicho – Relógio do sol. Rio de Janeiro, 7 jan. 2010. Certificado.

Parecer técnico

FUNDAÇÃO José e Paulina Nemirovsky. **Parecer técnico**. São Paulo, 2 dez. 1971.

Declaração

PAULO Kuczynski Escritório de Arte. **Declaração**. São Paulo, 7 dez. 2009.

Sítios

Conservação

ICON – The Institute of Conservation. Conservation glossary Our handy glossary helping you understand key terms. Disponível em: <https://www.icon.org.uk/resources/caring-for-your-collection/conservation-glossary.html>. Acesso em: 25 out. 2021.

Lygia Clark, museus e notícias

CONSTRUÇÕES Sensíveis: A experiência Geométrica Latino Americana na Coleção Ella Fontanals-Cisneros. Rio de Janeiro: Centro Cultural Banco do Brasil. Disponível em: <https://artsandculture.google.com/exhibit/parte-2-constru%C3%A7%C3%B5es-sens%C3%ADveis-a-experi%C3%A2ncia-geométrica-latino-americana-na-cole%C3%A7%C3%A3o-ella-fontanals-cisneros-ccbb-rio/rwKiAiEPydUMKQ?hl=en>. Acesso em: 25 out. 2021.

Disponível em: <http://www.athena-design.eu/manufacturer/1952-unlimited-widcombe-manor-bath-uk>. Acesso em: 18 de nov. 2018.

DSÍ-Embodiment [Lygia Clark 100 anos]. 2022, 1 vídeo (75min). Publicado pelo canal Pinakothek TV. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=TUnnS2lmOIA&t=3s>. Acesso em: 7 fev. 2022.

FAAP – Fundação Armando Alvares Penteado. Disponível em: <http://mabfaap.sismu.com.br>. Acesso em: 29 jul. 2019.

JEREMY Fry: Inventor-engineer whose ingenuity was matched by astonishing energy. *Independent*, 27 jul. 2005. Disponível em: <https://www.independent.co.uk/news/obituaries/jeremy-fry-301837.html>. Acesso em: 18 de nov. 2018.

LYGIA Clark por Yve-Alain Bois. *Arte Brasileiros*, 8 set. 2021. Disponível em: https://artebrasileiros.com.br/arte/artigo/lygia-clark-yve-alain-bois/?fbclid=IwAR06bO6s6H4-Sl5GE0VOctOaXhXvKhzp5qEgCS_ABbdT03rTMFEb8kkafDE. Acesso em: 23 set. 2021.

MIRANDA. Faces da cultura, retratos de um tempo. Disponível em: <http://www.tyrannusmelancholicus.com.br/noticias/12461/faces-da-cultura-retratos-de-um-tempo>. Acesso em: 25 out. 2021.

PORTAL da Associação Cultural Lygia Clark. Disponível em: <https://portal.lygiaclark.org.br/>. Acesso em: 24 jun. 2022.

REIS, Sérgio Rodrigo. UFMG vai criar um site para divulgar os trabalhos da artista plástica Lygia Clark. Disponível em: <https://www.uai.com.br/app/noticia/e-mais/2013/03/13/noticia-e-mais,141016/alem-da-moldura.shtml>. Acesso em: 16 mar. 2020.

UNLIMITED. Disponível em: <https://www.robertwhitakerphotography.com/robert-whitaker-biography/unlimited/>. Acesso em: 18 de nov. 2018.

VANGUARDA brasileira dos anos 1960 – Coleção Roger Wright. Disponível em: <http://pinacoteca.org.br/programacao/arte-no-brasil-uma-historia-na-pinacoteca-de-sao-paulo-vanguarda-brasileira-dos-anos-1960-colecao-roger-wright/>. Acesso em: 6 nov. 2019.

Engenharia de materiais, corrosão e fabricação de metais

ALUMINUM Sheet. Disponível em:

<https://www.aluminumsheet.net/products/aluminium-sheet>. Acesso em: 6 jan. 2020.

AMPP. Forms of Corrosion. Disponível em: <https://www.ampp.org/resources/what-is-corrosion/forms-of-corrosion>. Acesso em: 15 fev. 2022.

BOATLIFE. Remove Pitting from Aluminum Boats. Disponível em:

<https://www.boatlife.com/boatlife-blog/remove-pitting-from-aluminum-on-boats/>. Acesso em: 15 fev. 2022.

D&C Coatings. What is Pitting Corrosion? Disponível em:

<https://www.ddcoatings.co.uk/2276/what-is-pitting-corrosion>. Acesso em: 15 fev. 2022.

FABRINOX. Finishes. Disponível em:

http://www.stainlesssteelfinishes.in/index.php?option=com_content&view=article&id=2:finishes&catid=1:navigation-articles&Itemid=3. Acesso em: 6 jan. 2020.

FUSOR.Net. Cutting holes with hacksaw. Disponível em:

<https://fusor.net/board/viewtopic.php?t=11531>. Acesso em: 10 dez. 2021.

HONSTAR – China Aluminum Extruder. Imagens ilustrativas de acabamentos em alumínio.

Disponível em: <https://www.alu4all.com/the-7-types-of-high-value-added-finishes-for-aluminum-profiles/>. Acesso em: 10 dez. 2021.

HONSTAR – China Aluminum Extruder. the 7 types of High value added finishes for

aluminum profiles. Disponível em: <https://www.alu4all.com/all-you-need-to-know-about-3-mechanical-finishes-for-aluminum-profiles-before-anodizing/>. Acesso em: 21 jan. 2022.

HOWTO. How to Cut Aluminum Sheet (2 ways). Disponível em: <https://howto.org/cut-aluminum-sheet/>. Acesso em: 10 dez. 2021.

HOWTO. How to Cut Stainless Steel. Disponível em: <https://howto.org/cut-stainless-steel/>. Acesso em: 10 dez. 2021.

MATWEB – Material Property Data. Metal Alloy UNS Number Research. Disponível em:

<http://www.matweb.com/search/SearchUNS.aspx>. Acesso em: 12 jun. 2020.

MICORR – Microstructure and Corrosion of metals database. Disponível em:

<https://micorr.org/>. Acesso em: 15 fev. 2022.

NORTHERN ENGRAVING. New Mechanical Finish on Aluminum. Disponível em:

<http://www.norcorp.com/design-aluminum-surfaces-blog/bid/44127/New-Mechanical-Finish-on-Aluminum>. Acesso em: 6 jan. 2020.

PRABHU, Shivananda. How to Effectively Recognize, Prevent and Treat Pitting Corrosion.

Corrosionpedia, 26 out. 2020. Disponível em: <https://www.corrosionpedia.com/how-to-effectively-recognize-prevent-and-treat-pitting-corrosion/2/6738>. Acesso em: 15 fev. 2022.

PROTOCASE. Bare-Metal Finishes. Disponível em:

<https://www.protocase.com/products/materials-components-finishes/finishes/bare-finish.php>. Acesso em: 6 jan. 2020.

PTJ Shop – Cutom Manufacturing. Problems that may occur in the process of stainless steel cutting. Disponível em: <https://www.ptjmachining.com/blog/problems-that-may-occur-in-the-process-of-stainless-steel-cutting.html>. Acesso em: 10 dez. 2021.

ROSA. Poland’s largest anodising plant of aluminium products. Disponível em:

<https://www.rosa.pl/en/anodownia>. Acesso em: 6 jan. 2020.

RS – Components. A Complete Guide to Hacksaws. Disponível em: <https://uk.rs-online.com/web/generalDisplay.html?id=ideas-and-advice/hacksaws-guide>. Acesso em: 10 dez. 2021.

SUBSTECH – Substances & Technologies. Disponível em:

<http://www.substech.com/dokuwiki/doku.php?id=anodizing>. Acesso em: 6 jan. 2020.

UNDERWOOD, Matt. Understanding aluminum welding compared to steel welding. The Fabricator, 30 abr. 2018. Disponível em:

<https://www.thefabricator.com/thefabricator/article/aluminumwelding/understanding-aluminum-welding-compared-to-steel-welding>. Acesso em: 15 fev. 2022.

UNITEC – Power Tools. Stainless Steel Finishing: An Art Worth Learning. Disponível em:

<https://www.csunitec.com/resource-center/articles/stainless-steel-finishing-art-worth-learning>. Acesso em: 15 fev. 2022.

WAGNER – Collaborative Metal Works. Cleaning Aluminum. Disponível em:

<https://wagnercompanies.com/cleaning-aluminum/>. Acesso em: 21 jan. 2022.

WEBCORR – The Corrosion Clinic. Different Types of Corrosion. Disponível em:

https://www.corrosionclinic.com/types_of_corrosion/pitting_corrosion.htm. Acesso em: 15 fev. 2022.

WHY METALS Corrode? **Corrosion Doctors**. Disponível em: <https://corrosion-doctors.org/Definitions/why-corrosion.htm#thermodynamic%20energy>. Acesso em: 27

set. 2021.

WILSON Hurd. Pop Displays. Disponível em: <http://wilsonhurd.com/capabilities/pop-displays>. Acesso em: 6 jan. 2020.

Ligas de alumínio

AA – The Aluminum Association. Aluminum Alloys 101 – Quick Read. Disponível em:

<https://www.aluminum.org/resources/industry-standards/aluminum-alloys-101>. Acesso em: 06 jul. 2021.

AA – The Aluminum Association. Industry Standards – The Standards That Keep Commerce Moving. Disponível em: <https://www.aluminum.org/standards>. Acesso em: 06 jul. 2021.

AA – The Aluminum Association. The Aluminum Joining Manual – Aluminum Automotive Manual. 2015. Disponível em: https://www.european-aluminium.eu/media/1514/1-introduction_2015.pdf. Acesso em: 26 ago. 2021.

AAC – Aluminum Anodizers Council. Aluminum Association Designation System – For Aluminum Finishes. Disponível em: <https://www.anodizing.org/page/aluminum-association-designation>. Acesso em: 4 ago. 2021.

AAC – Aluminum Anodizers Council. Anodizing Reference Guide – Find Technical Details. Disponível em: <https://www.anodizing.org/page/anodizing-reference-guide#Alloy>. Acesso em: 4 ago. 2021.

AAC – Aluminum Anodizers Council. Resource Center – Frequently Asked Questions. Disponível em: <https://www.anodizing.org/page/anodized-aluminum-faq>. Acesso em: 4 ago. 2021.

AAC – Aluminum Anodizers Council. Technical Bulletin #2-13 “Specifying Anodized Aluminum”. 2013. Disponível em: https://cdn.ymaws.com/anodizing.site-ym.com/resource/resmgr/Docs/Technical_Bulletin_2-13_Spec.pdf. Acesso em: 5 ago. 2021.

AAC – Aluminum Anodizers Council. What is Anodizing? Anodizing... The finish of choice. Disponível em: <https://www.anodizing.org/page/what-is-anodizing>. Acesso em: 9 ago. 2021.

ALCOBRA. Corrosion of aluminium surfaces. Disponível em: <https://www.alcobra.de/knowledge-technique/general/corrosion-of-aluminium-surfaces?s=0>. Acesso em: 23 jun. 2022.

ALFED – Aluminum Federation Fact Sheet. Aluminium Finishing Disponível em: <https://alfed.org.uk/wp-content/uploads/2014/02/Aluminium-Corrosion.pdf>. 2020. Acesso em: 4 ago. 2021.

ALUMINIUM-GUIDE. Anodizing aluminum sulphate. Disponível em: <https://aluminium-guide.com/en/anodirovanie-alyuminiya-texnologicheskie-parametry/>. Acesso em: 23 jun. 2022.

ALUMINIUM-GUIDE. Anodizing defects: classification. Disponível em: [www.aluminium-guide.com/en/defekty-anodirovaniya-alyuminievyyx-profilej-klassifikaciya/](https://aluminium-guide.com/en/defekty-anodirovaniya-alyuminievyyx-profilej-klassifikaciya/). Acesso em: 23 jun. 2022.

ALUMINUM Trading. Aluminium Surface Finishes . Disponível em: <https://www.aluminiumtrading.co.za/aluminium-surface-finishes/>. Acesso em: 6 jan. 2020.

ALUMINUM Trading. Which Aluminium Alloys Can Be Anodised? Disponível em: <https://www.aluminiumtrading.co.za/2019/06/21/which-aluminium-alloys-can-be-anodised/>. Acesso em: 23 set. 2021.

ALUMINUM-Guide.com. Understanding of Aluminum – Scientifically. Technical. Plainly. Disponível em: <https://aluminium-guide.com/en/>. Acesso em: 4 ago. 2021.

AMTEC Consultants. Amtec Guide to Aluminium & Aluminium Alloy Corrosion. Disponível em: http://www.amteccorrosion.co.uk/m_aluminium.html. Acesso em: 23 jun. 2022.

CASWELL – Electroplating in Miniature. Caswell Anodizing Systems. <https://caswellplating.com/anodizing-products/anodizing-kits.html>. Acesso em: 18 out. 2021.

CASWELL – Electroplating in Miniature. Hardcoat Anodizing System Type III. Disponível em: <https://emeraldcoatings.com/wp-content/uploads/2018/03/HARD-COAT-INSTRUCTIONS.pdf>. Acesso em: 18 out. 2021.

CASWELL – Electroplating in Miniature. The Lcd Anodizing System. Disponível em: <https://emeraldcoatings.com/wp-content/uploads/2018/03/LCD-Anodizing-Instructions.pdf>. Acesso em: 18 out. 2021.

EUROPEAN Aluminum Foil Association. Reference Library. Disponível em: <https://www.alufoil.org/en/about-alufoil/reference-library.html>. Acesso em: 6 jul. 2020.

EUROPEAN Aluminum Foil Association. Surface Characteristics of Aluminium Foil. Disponível em: <https://www.alufoil.org/en/about-alufoil/reference-library/surface-characteristics.html>. Acesso em: 9 ago. 2021.

GGD Metals. Disponível em: <https://www.ggdmetals.com.br/destaque/downloads/>. Acesso em: 12 ago. 2021.

IAI – International Aluminium Institute in London. Disponível em: www.world-aluminium.org. Acesso em: 12 ago. 2021.

LIO – Vietnam Cast Iron. Corrosion resistance properties of aluminum alloys. Disponível em: <https://vietnamcastiron.com/aluminum-alloys-corrosion-resistance/>. Acesso em: 23 jun. 2022.

MACHINEMFG. 3 Types of anodizing defects of aluminum alloys. Disponível em: https://www.machinemfg.com/types-of-anodizing-defects-of-aluminum-alloys/#09_Rinse_water_corrosion. Acesso em: 21 maio 2022.

METALTHAGA. Saiba diferenciar os grupos presentes na família de ligas de alumínio. Disponível em: <https://metalthaga.com.br/ligas-de-aluminio/>. Acesso em: 23 jun. 2022.

NAAMM – National Association of Architectural Metal Manufacturers. **Metal Finishes Manual**. 2006. Disponível em: <https://www.naamm.org/publications>. Acesso em: 12 ago. 2021.

NILSSON, Jan-Olov. How to prevent pitting corrosion in your aluminium designs. Shapes. – The aluminium knowledge hub. 12 set. 2019. Disponível em: <https://www.shapesbyhydro.com/en/material-science/how-to-prevent-pitting-corrosion-in-your-aluminium-designs/>. Acesso em: 23 jun. 2022.

QUALANOD – Association for Quality Control in the Anodizing Industry. Anodizing defects catalogue – Material defects. Disponível em: <http://www.defects.qualanod.net/8.html>. Acesso em: 6 jan. 2020.

QUALANOD – Association for Quality Control in the Anodizing Industry. Anodizing defects catalogue – Process defects. Disponível em: <http://www.defects.qualanod.net/9.html>. Acesso em: 19 jul. 2020.

QUALANOD – Association for Quality Control in the Anodizing Industry. Anodizing defects catalogue – Handling defects. Disponível em: <http://www.defects.qualanod.net/10.html>. Acesso em: 6 jul. 2021.

THE ALUMINUM Museum. Disponível em: <https://vestfoldmuseene.no/aluminiummuseet/>. Acesso em: 6 jan. 2020.

Ligas de aço inoxidável

ABINOX – Associação Brasileira do Aço inoxidável. Disponível em: <https://www.abinox.org.br/site/biblioteca-tecnica.php?cat=artigos-tecnicos>. Acesso em: 31 ago. 2021.

APERAM. Stainless Steel and Corrosion. 2013. Disponível em: <https://www.infosteel.be/images/brochures/aperam/Aperam-stainless-steel-and-corrosion-EN.pdf>. Acesso em: 8 ago. 2021.

ATLAS STEELS. Product Reference Material, 2016. Disponível em: www.atlassteels.com.au. Acesso em: 17 fev. 2022.

ATLAS STEELS. The Atlas Steels Technical Handbook of Stainless Steels. Atlas Steels Technical Department, 2013. Disponível em: <http://www.atlassteels.com.au/documents/Atlas%20Technical%20Handbook%20rev%20Aug%202013.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2020.

BSSA – British Stainless Steel Association. Disponível em: <https://bssa.org.uk/technical-help/faqs/>. Acesso em: 17 jun. 2020

CARBÓ, Héctor Mario. **Aços Inoxidáveis: aplicações e especificações**. ArcelorMittal Inox Brasil. 2008. Disponível em: <http://guides.com.br/home/wp-content/uploads/2011/12/inonx-apost-tec.pdf>. Acesso em: 2 set. 2021.

COCHRANE, David. **Guide to Stainless Steel Finishes**. 3. ed. Bruxelas: Euro Inox, 2005. Disponível em: https://www.imoa.info/download_files/stainless-steel/euroinox/Finishes.pdf?m=1454491282&. Acesso em: 12 jun. 2020.

EURO INOX. **Cleaning and Maintenance of Stainless Steel Architectural Surfaces**. 2003. Disponível em: https://coreco.es/descarga/euroinox/cleaning_maintenance_en.pdf. Acesso em: 4 ago. 2021.

EURO INOX. **Cleaning Architectural Stainless Steel**. Building Series, v. 15, 2011. Disponível em: https://www.imoa.info/download_files/stainless-steel/euroinox/Cleaning.pdf?m=1454359954&. Acesso em: 4 ago. 2021.

EURO INOX. **Frequently Asked Questions: Cleaning Stainless Steel in the Home**. 2011. https://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/Euro_Inox/Cleaning_steel_home_EN.pdf.

ISSF – International Stainless Steel Forum. **Stainless Steel in Architectural Applications**. Disponível em: [https://www.worldstainless.org/files/issf/non-image-files/PDF/ISSF Stainless Steel in Architectural Applications.pdf](https://www.worldstainless.org/files/issf/non-image-files/PDF/ISSF_Stainless_Steel_in_Architectural_Applications.pdf). Acesso em: 2 set. 2021.

NIDI – Nickel Development Institute. **Design guidelines for the selection and use of stainless steel**. A Designers' Handbook Series – N°9014. Disponível em: https://www.nickelinstitute.org/media/1667/designguidelinesfortheselectionanduseofstainlesssteels_9014_.pdf. Acesso em: 8 jan. 2020.

NIDI – Nickel Development Institute. **Stainless Steels in Architecture, Building and Construction**. 2014. Disponível em: <https://nickelinstitute.org/media/1613/11024-guidelines-for-corrosion-prevention.pdf>. Acesso em: 02 set. 2021.

NIDI – Nickel Development Institute. **Stainless Steels in Architectural facts**. 1998. Designer handbook. Disponível em: <https://www.ssina.com/wp-content/uploads/2019/06/architect.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2022.

NIDI – Nickel Development Institute. **Timeless Stainless Architecture**. 2001. Disponível em: https://nickelinstitute.org/media/1841/timelessstainlessarchitecture_11023_.pdf. Acesso em: 24 jun. 2022.

NIDI – Nickel Development Institute. **Welding of Stainless Steels and Other Joining Methods**. 1988. A designers' handbook series. N°9002. Disponível em: https://nickelinstitute.org/media/1854/weldingofstainlesssteelandotherjoiningmethods_9002_.pdf. Acesso em: 2 set. 2021.

SSINA – The Specialty Steel Industry of North America. **Special Finishes for Stainless Steel**. 2019. Disponível em: https://www.ssina.com/wp-content/uploads/2019/06/special_finishes.pdf. Acesso em: 12 jun. 2020.

SSINA – The Specialty Steel Industry of North America. **Stainless Steel Primer**. Disponível em: <https://www.ssina.com/wp-content/uploads/2019/06/primerupdatebroc.pdf>. Acesso em: 10 set. 2021.

SSINA – The Specialty Steel Industry of North America. **Stainless Steel Architectural Facts**. 1998. Disponível em: <https://www.ssina.com/wp-content/uploads/2019/06/architect.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2020.

SSINA – The Specialty Steel Industry of North America. **Stainless Steel Fabrication**. 1999. Disponível em: <https://www.ssina.com/wp-content/uploads/2019/06/fabricate.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2020.

SSINA – The Specialty Steel Industry of North America. **Welding of Stainless Steels And Other Joining Methods**. n. 9002. Disponível em: <https://www.ssina.com/wp-content/uploads/2019/06/weldingbook.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2020.

Vídeos Youtube

ALUMINIUM Anodizing by Coventya. 2018 1 vídeo (4 min). Publicado pelo canal Coventya Official. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=-kN1CidgCcI>. Acesso em: 4 ago. 2021.

THE ANODIZING Aluminum Process. 2018. 1 vídeo (3 min). Publicado pelo canal Lorin Industries, Inc. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=1yaBrMNZHBw>. Acesso em: 19 jul. 2021.

WHAT IS Aluminium Anodizing and How Does It Work me. Anodizing Process Overview. 2021. 1 vídeo (5min). Publicado pelo canal Norsk Hydro. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=0yl35W0o9S0>. Acesso em: 19 jul. 2021.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 – UMA ABORDAGEM INICIAL SOBRE AS LIGAS METÁLICAS

Os metais apresentam características únicas que os distinguem de outros materiais como os cerâmicos, polímeros e compósitos. Os metais podem ser distinguidos das cerâmicas devido à sua maleabilidade e à possibilidade de serem dobrados e enrolados quando sujeitos a um primeiro impacto mecânico. Esse comportamento pode ser explicado pela organização estrutural dos metais, que não pode ser examinada a olho nu, somente em escala microscópica ou atômica. Vejamos alguns conceitos básicos relacionados à constituição química dos metais.

Estrutura

Os materiais são constituídos por elementos químicos que, na sua maioria, apresentam a tendência de ganhar ou doar elétrons. No caso dos elementos metálicos, verifica-se uma tendência de ceder os elétrons de valência, isto é, aqueles localizados na última camada e que estão fracamente ligados ao restante do átomo. São exemplos de elementos metálicos: o sódio (Na), o magnésio (Mg), o alumínio (Al), o potássio (K), o cromo (Cr), o ferro (Fe), o cobre (Cu), o zinco (Zn), o ouro (Au) e a prata (Ag), entre vários outros (Figura 1).

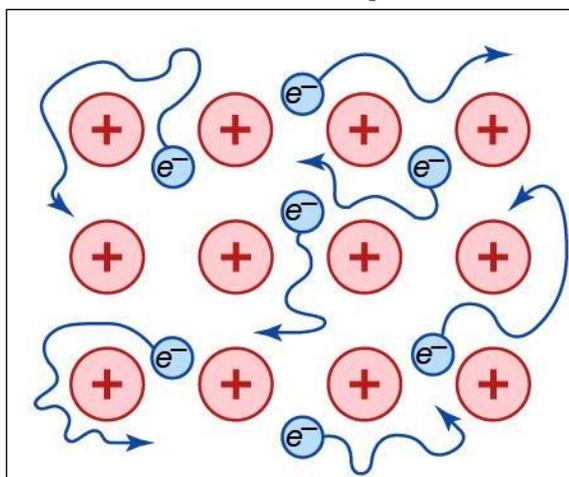
A estrutura de todos os materiais é definida pela forma como os seus átomos estão conectados. Nos metais, os átomos estão unidos por meio da ligação metálica. Nesse tipo de organização, os poucos elétrons de valência que os átomos metálicos possuem ficam relativamente livres para se movimentar. Os principais modelos utilizados para ilustrar esse comportamento são o do “mar de elétrons” ou da “nuvem de elétrons” (Figura 2).

Figura 1 – Elementos metálicos (coloridos de verde) na tabela periódica

1	2											13	14	15	16	17	18									
1 H hidrogênio (líquido a 20°C)																	2 He hélio gás nobre									
3 Li lítio (sólido a 20°C)	4 Be berílio (sólido)											5 B boro (sólido)	6 C carbono (sólido)	7 N nitrogênio (gás)	8 O oxigênio (gás)	9 F flúor (gás)	10 Ne néon (gás nobre)									
11 Na sódio (sólido)	12 Mg magnésio (sólido)											13 Al alumínio (sólido)	14 Si silício (sólido)	15 P fósforo (sólido)	16 S enxofre (sólido)	17 Cl cloro (gás)	18 Ar argônio (gás nobre)									
19 K potássio (sólido)	20 Ca cálcio (sólido)	21 Sc escândio (sólido)	22 Ti tântalo (sólido)	23 V vanádio (sólido)	24 Cr cromo (sólido)	25 Mn manganês (sólido)	26 Fe ferro (sólido)	27 Co cobalto (sólido)	28 Ni níquel (sólido)	29 Cu cobre (sólido)	30 Zn zinco (sólido)	31 Ga gálio (sólido)	32 Ge germânio (sólido)	33 As arsênio (sólido)	34 Se selênio (sólido)	35 Br bromo (líquido)	36 Kr criptônio (gás nobre)									
37 Rb rubídio (sólido)	38 Sr estrôncio (sólido)	39 Y itríio (sólido)	40 Zr zircônio (sólido)	41 Nb nióbio (sólido)	42 Mo molibdênio (sólido)	43 Tc tecnécio (sólido)	44 Ru ródio (sólido)	45 Rh ródio (sólido)	46 Pd paládio (sólido)	47 Ag prata (sólido)	48 Cd cádmio (sólido)	49 In índio (sólido)	50 Sn estanho (sólido)	51 Sb antimônio (sólido)	52 Te telúrio (sólido)	53 I iodo (sólido)	54 Xe xenônio (gás nobre)									
55 Cs césio (sólido)	56 Ba bário (sólido)	57 a 71										72 Hf hafnício (sólido)	73 Ta tântalo (sólido)	74 W volfrâmio (sólido)	75 Re rênio (sólido)	76 Os ósio (sólido)	77 Ir írio (sólido)	78 Pt platina (sólido)	79 Au ouro (sólido)	80 Hg mercúrio (líquido)	81 Tl talitânio (sólido)	82 Pb chumbo (sólido)	83 Bi bismuto (sólido)	84 Po polônio (sólido)	85 At ástato (sólido)	86 Rn radônio (gás nobre)
87 Fr frâncio (sólido)	88 Ra rádio (sólido)	89 a 103										104 Rf rutherfordio (sólido)	105 Db dubnio (sólido)	106 Sg seabórgio (sólido)	107 Bh bohrio (sólido)	108 Hs hásio (sólido)	109 Mt meitnério (sólido)	110 Ds darmstádio (sólido)	111 Rg roentgênio (sólido)	112 Cn copernício (sólido)	113 Nh nihônio (sólido)	114 Fl flúvônio (sólido)	115 Mc moscovônio (sólido)	116 Lv livermório (sólido)	117 Ts tenessóio (sólido)	118 Og ogânesônio (sólido)
72 a 103																										
87 La lândânio (sólido)	88 Ce cério (sólido)	89 Pr praseodímio (sólido)	90 Nd néodímio (sólido)	91 Pm promécio (sólido)	92 Sm samário (sólido)	93 Eu europário (sólido)	94 Gd gadolínio (sólido)	95 Tb terbório (sólido)	96 Dy dissprósio (sólido)	97 Ho hólio (sólido)	98 Er érbio (sólido)	99 Tm tulmício (sólido)	100 Yb itérbio (sólido)	101 Lu lutécio (sólido)	102 La lândânio (sólido)	103 Lu lutécio (sólido)	104 Lu lutécio (sólido)									
105 Ac actínio (sólido)	106 Th tório (sólido)	107 Pa protactínio (sólido)	108 U urânio (sólido)	109 Np neptúnio (sólido)	110 Pu plutônio (sólido)	111 Am américônio (sólido)	112 Cm curtônio (sólido)	113 Bk berquílio (sólido)	114 Cf califórnio (sólido)	115 Es éinstônio (sólido)	116 Fm fermônio (sólido)	117 Md mendelévio (sólido)	118 No nobelônio (sólido)	119 Lr lawrêncio (sólido)	120 No nobelônio (sólido)	121 Lr lawrêncio (sólido)	122 Lr lawrêncio (sólido)									

Fonte: Adaptado de Tabelaperiodica.org. Disponível em: www.tabelaperiodica.org. Acesso em: 23 ago. 2021.

Figura 2 – Modelo “mar e elétrons” utilizado para descrever a ligação metálica



Fonte: Britannica.org. Disponível em: <https://www.britannica.com/science/metallic-bond>. Acesso em: 15 fev. 2021.

A organização dos átomos metálicos ocorre por meio de um arranjo geométrico, organizado e bem definido que permite descrever os metais como sólidos cristalinos. A unidade básica de repetição de uma estrutura cristalina é chamada de célula unitária, e pode ser representada por meio de figuras geométricas. Os metais apresentam, basicamente, três organizações possíveis: cúbica de corpo centrado (CCC), cúbica de face centrada (CFC) e hexagonal compacta (HC). Nas células unitárias as esferas (brancas ou pretas) representam átomos de um mesmo elemento (as cores distintas servem para facilitar a visualização tridimensional) (Quadro 1).

As esferas podem estar distribuídas nas arestas do cubo e no seu interior (CCC), nas arestas e nas faces do cubo (CFC) ou nas arestas e em algumas faces de um prisma hexagonal. Esse conceito é fundamental para a compreensão parcial de propriedades metálicas básicas como a ductilidade (facilidade de formar fios) ou a maleabilidade (facilidade para formar chapas). Metais como o alumínio e o cobre (CFC) são mais dúcteis, porém menos resistentes mecanicamente. Outros, como o ferro e o titânio (CCC), são mais resistentes mecanicamente, mas pouco dúcteis (PENSE, 2012, p. 6). Essa característica pode ser explicada pela ausência de espaços vazios na célula unitária: a ductilidade da estrutura CFC decorre da menor quantidade de espaços disponíveis (maior densidade), que resulta em uma maior facilidade na movimentação entre as estruturas cristalinas, quando comparada com a CCC. Isso explica por que, de modo geral, é mais fácil dobrar uma peça de alumínio do que uma de ferro. A visualização da ausência dos espaços vazios pode ser ilustrada por meio de um modelo que represente a vista lateral de várias células unitárias sobrepostas (planos com esferas brancas e pretas) (Quadro 1).

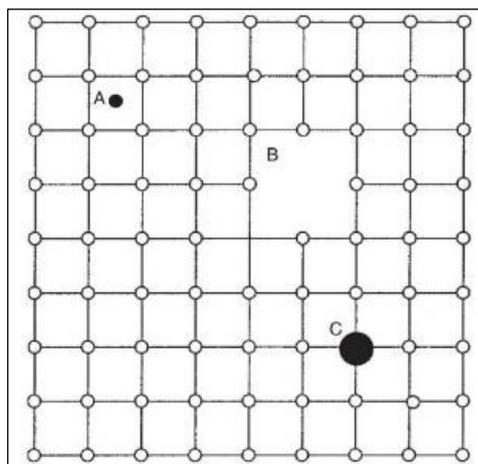
Quadro 1 – Células unitárias dos metais com átomos distribuídos (esferas brancas e pretas); modelos bidimensional e tridimensional, quantidade de espaços vazios e exemplos de metais

Célula unitária	Cúbica de corpo centrado (CCC)	Cúbica de face centrada (CFC)	Hexagonal compacta (HC)
Modelo tridimensional			
Modelo bidimensional			
Espaço vazio entre átomos	Muito espaço vazio	Médio espaço vazio	Pouco espaço vazio
Ductilidade e maleabilidade	Baixa	Média	Alta
Exemplos de metais	Ex: ferro (α), tungstênio, molibdênio e cromo.	Ex: ferro, alumínio, cobre, ouro, chumbo.	Ex: zinco, magnésio, cádmio e berílio.

Fonte: Adaptado de HIGGINS, 2006, p. 8.

Embora em geral a estrutura cristalina dos metais seja constituída pela repetição organizada de átomos, ela não é perfeita: é possível encontrar defeitos ou irregularidades no retículo cristalino que variam conforme o tamanho ou a geometria. Esses defeitos modificam as propriedades mecânicas, físicas, químicas e eletrônicas do metal e podem piorar ou melhorar as suas propriedades. Os defeitos pontuais correspondem a uma falta ou ausência na posição de um átomo que deveria estar ocupada, registrando-se ali uma lacuna (Figura 3-b). Outra possibilidade é encontrarmos um átomo comprimido em um espaço vazio (intersticial) que deveria estar desocupado (Figura 3-a). Por fim, também é possível verificar a presença de uma impureza ou de um átomo de um elemento distinto que tomou a posição de outro originalmente presente (substitucional) (Figura 3-c).

Figura 3 – Representação de átomos (esferas pretas e brancas) para ilustrar defeitos pontuais: auto-intersticial (a), lacuna (b) e substitucional (c)

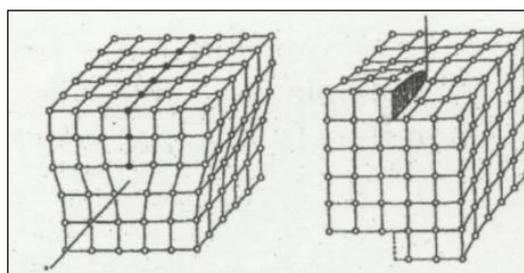


Fonte: REARDON, 2011, p. 22.

Além dos pontuais, há também os defeitos lineares. Essas imperfeições permitem a existência de descontinuidades no plano dos átomos, tornando o retículo cristalino desalinhado. A presença de um defeito em linha, também chamado de discordância, não configura, por si só, um problema a ser evitado. A presença das discordâncias permite que ocorra a movimentação dos planos na estrutura cristalina quando um metal é submetido a uma deformação permanente. Logo, tal situação facilita o emprego de técnicas como a conformação e laminação. A presença das discordâncias também explica a maleabilidade dos metais e a facilidade de deformá-los e adequá-los a muitas formas distintas.

O retículo cristalino dos metais pode ser representado em três dimensões, sendo possível representar os vários planos ou camadas de átomos (esferas brancas) como camadas que são desalinhadas pela presença de planos incompletos (esferas pretas) (Figura 4). Esses defeitos lineares não são fixos, de modo que a ocorrência de uma determinada tensão faz com que as discordâncias se movimentem pela estrutura cristalina. A cada passagem da discordância novos planos cristalinos são formados e desfeitos, um de cada vez.

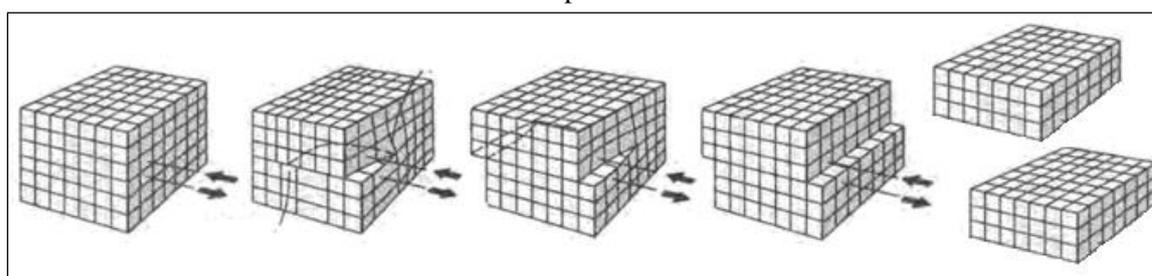
Figura 4 – A existência de um plano cristalino extra permite que os planos deslizem para formar discordâncias



Fonte: PENSE, 2012, p. 6.

Em um metal puro a estrutura cristalina é constituída por átomos de um único elemento (esferas brancas), de uma mesma natureza e tamanho, organizadamente repetidos em vários planos do retículo cristalino. Esses materiais, quando expostos a uma dobra ou solicitação, estão sujeitos ao deslizamento ou escorregamento de cada um dos seus planos de átomos (planos de escorregamento) uns sobre os outros. Situação semelhante pode ser descrita se pensarmos numa estrutura tridimensional, em lugar de uma bidimensional, composta por um cubo que representa parte de uma estrutura cristalina. O deslocamento da discordância modifica a estrutura original do metal. A repetição desse processo leva a sucessivas deformações que acabam tornando a peça mais susceptível ao rompimento, à fissuração ou rompimento (Figura 5).

Figura 5 – Modelo com átomos de um metal puro (cubo) antes, durante e após uma deformação com ruptura.



Fonte: Adaptado de REARDON, 2011, p. 23.

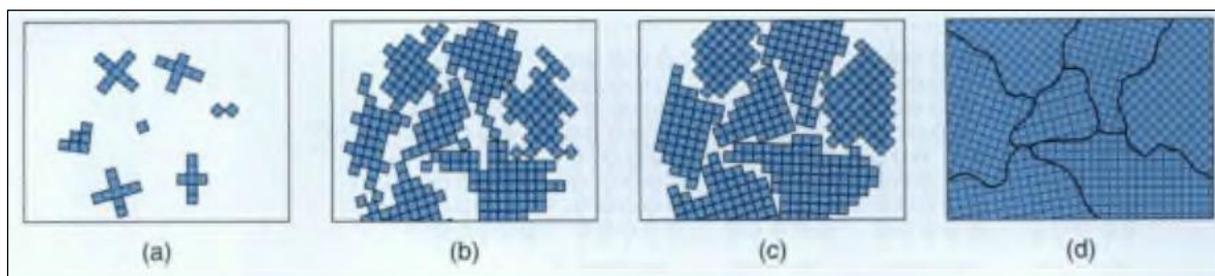
Somam-se aos defeitos pontuais e lineares os interfaciais. Esse tipo de imperfeição apresenta duas dimensões e pode ser identificado na superfície externa de um metal; nesse local, os átomos não estão completamente ligados (como os das camadas subjacentes) e, portanto, possuem maior energia interfacial. Na tentativa de alcançar maior estabilidade, os átomos da superfície reagem com os gases atmosféricos por meio de reações químicas. Também na separação das estruturas cristalográficas ou na distinta orientação de um cristal, isto é, nos contornos de um grão, é possível encontrar defeitos interfaciais. Nessas regiões há um empacotamento menos eficiente e desordenado, além de se notar o desencontro entre os átomos (lacunas e imperfeições). Essa característica novamente justifica a reatividade e a fragilidade da região do contorno em relação ao grão, bem como a sua tendência de reagir quimicamente (Figura 6).

A resistência mecânica dos metais também está diretamente relacionada com suas propriedades metalúrgicas. Os metais são obtidos a partir da fundição ou do aquecimento de minérios (por exemplo, a bauxita para a produção de alumínio, e o minério de ferro para o aço), que saem do estado sólido para o líquido. Os minérios são compostos por elementos metálicos

combinados com óxidos e outras impurezas. Quando fundidos, eles perdem os óxidos e impurezas; o produto formado é chamado de “metal”.

Na forma líquida, o metal é vertido em um molde e resfriado. A representação esquemática dos estágios presentes durante a solidificação de um metal pode ser examinada no modelo abaixo (Figura 6). O primeiro momento ilustra o começo do processo de cristalização, com as células unitárias (pequenos quadrados); nessa etapa identificamos o processo de nucleação dos cristais e a formação da unidade básica do retículo cristalino (Figura 6-a). À medida que o metal continua a se resfriar, nota-se o crescimento das células unitárias ou dos cristais que apresentam uma orientação tridimensional (Figura 6-b/c). O desenvolvimento desse processo leva ao crescimento dos cristais, que interrompem o seu crescimento quando encontram com cristais vizinhos; a área de encontro entre os grãos é identificada como o contorno de um grão (Figura 6-d).

Figura 6 – Estágios para a solidificação de um metal fundido; cada pequeno quadrado representa uma célula unitária; a fase (a) representa nucleação, as fases (b) e (c) indicam crescimento dos cristais durante o processo de solidificação; a fase (d), o metal sólido com vários grãos individuais e seus contornos



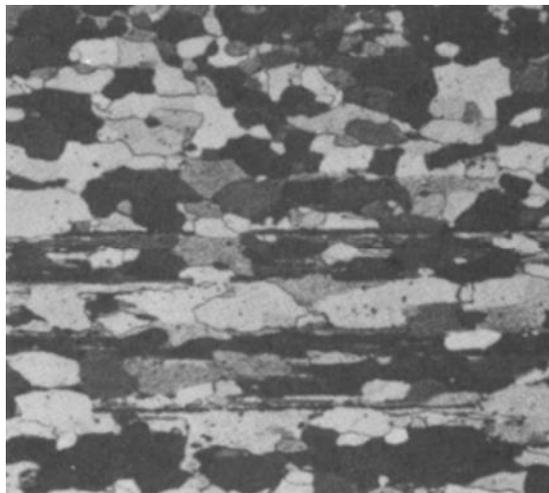
Fonte: KALPAKJIAN; SCHMID, 2010, p. 47.

Tendo em vista que cada cristal constitui um grão, é possível descrever os metais como materiais policristalinos. O crescimento de um cristal apresentará um aspecto ramificado, descrito como “dendrita” (*dendron*, em grego, significa “árvore”). O crescimento e o encontro de várias dendritas irá delimitar o contorno de um grão. Por meio de microscópios com aumentos de 50 a 1000X é possível visualizar os grãos ou cristais e seus contornos e, assim, compreender a microestrutura de um metal. A metalografia consiste no método utilizado para o tratamento de amostras com soluções ácidas específicas e posteriormente o seu polimento; somente após esse processo é possível examinar a microestrutura do metal.

A imagem abaixo corresponde à microestrutura (aumento de 100X) de uma liga de alumínio (5657-F) (Figura 7); nela é possível ver os grãos e seus contornos. Cada pequena área dessa imagem, que se assemelha a um “quebra-cabeça”, corresponde a um grão ou um cristal,

que por sua vez é composto por milhões de células unitárias do elemento alumínio, todas orientadas em uma mesma direção.

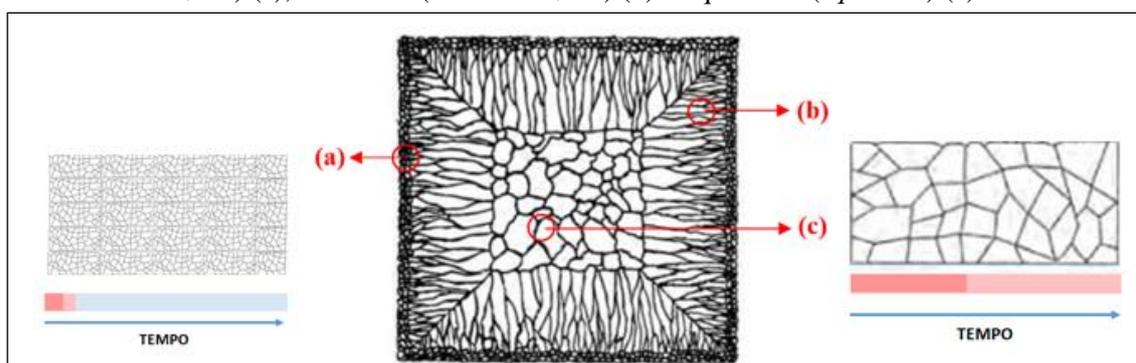
Figura 7 – Microestrutura de uma liga de alumínio (aumento de 100X)



Fonte: ASM, 1993, p. 496.

Quando um metal fundido (líquido) é vertido em um molde para formar um lingote, diversos tipos de grãos podem ser formados, conforme as características do molde e da composição do metal. Inicialmente, o metal puro que entra em contato com as paredes frias do molde tende a se resfriar mais rapidamente e a formar pequenos núcleos cristalinos (grãos resfriados) (Figura 8-a). À medida que o metal preenche a forma onde foi inserido, o molde é aquecido e, com a dissipação da corrente de calor que flui pela peça, um outro tipo de grão alongado pode ser formado (grãos colunares) (Figura 8-b). O preenchimento total do molde permite um resfriamento mais lento e a distribuição do calor para os grãos da parte interna da peça, favorecendo o seu crescimento equiaxial (Figura 8-c). Assim, o resfriamento rápido produz grãos pequenos, enquanto o resfriamento lento forma grãos maiores.

Figura 8 – Modelo com três tipos de zonas para um lingote vertido num molde: grãos resfriados (*chill zone*) (a), colunares (*columnar zone*) (b) e equiaxiais (*equiaxed*) (c)

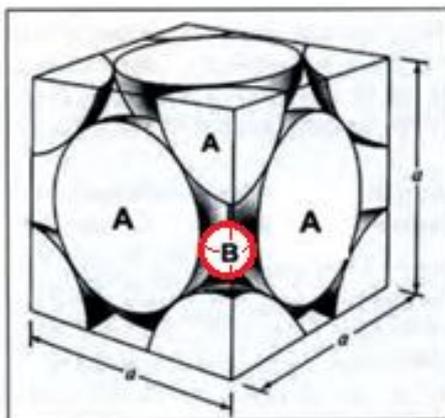


Fonte: Adaptado do REARDON, 2011, p. 91.

Até o momento, havíamos tratado os metais como materiais puros, isto é, constituídos por somente um elemento químico. No entanto, muitos metais são ligas, isto é, materiais compostos por mais de um elemento químico em sua estrutura cristalina. Essa mistura é possível porque os átomos acrescentados ocupam espaços anteriormente vazios. Esse processo pode se dar com átomos de elementos distintos, mas com tamanho semelhante ou estrutura cristalina semelhante (ligas substitucionais) ou com átomos que apresentam tamanhos distintos (liga intersticial) (Figura 9).

Com a diminuição dos espaços vazios a partir da introdução de um elemento B em uma estrutura com elementos A, diminuem os espaços vazios do metal. Esse procedimento faz com que o deslizamento dos planos cristalinos, que antes acontecia com maior facilidade (metal puro), ocorra com maior dificuldade: átomos com tamanhos distintos funcionam como obstáculos para o deslizamento dos planos, que deixam de estar regularmente sobrepostos. Esse aumento na dificuldade de deslizamento permite a formação de materiais com maior resistência mecânica.

Figura 9 – Estrutura cristalina com um elemento A de maior tamanho e um elemento B (vermelho) de menor tamanho, introduzido no interstício da célula unitária CFC



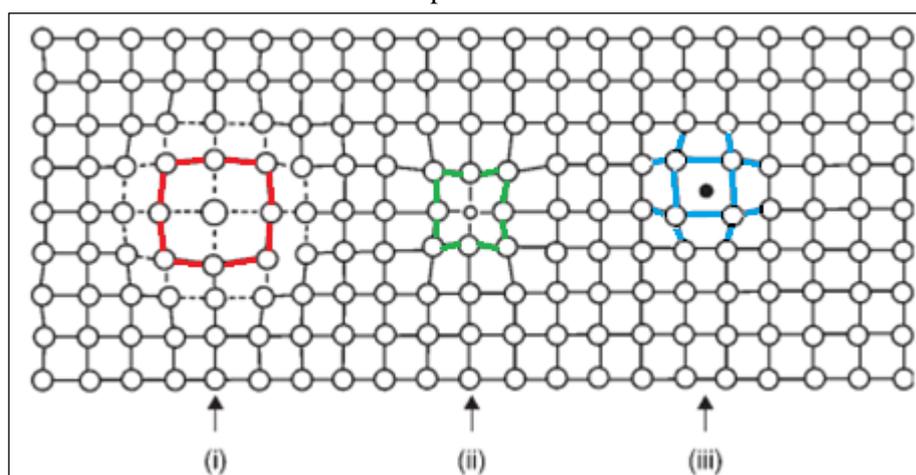
Fonte: Adaptado de PENSE, 2012, p. 6.

A adição de elementos metálicos ou não metálicos com o objetivo de aumentar a resistência mecânica dos metais, no entanto, encontra limites específicos. Quando quantidades reduzidas são acrescentadas é possível formar uma solução sólida, isto é, um sistema cristalino homogêneo, constituído por uma única fase. Na descrição dos elementos presentes em uma solução é comum utilizarmos os termos “solvente”, para indicar elementos em maior quantidade, e “soluto”, para aqueles em menor quantidade. Desse modo, a estrutura cristalina de um metal corresponde a um sistema de uma única fase, constituída somente pelos átomos do elemento inicial. Quando esse material está fundido, portanto na forma líquida, ele pode receber

outros átomos, sejam eles metálicos ou não, que são identificados como os átomos do soluto, geralmente em menor quantidade. Quando os átomos do soluto são adicionados sem que haja modificação na estrutura cristalina dos átomos do solvente e de modo que ambos os elementos possuam características físicas e químicas uniformes, temos a formação de uma solução sólida.

Nas ligas metálicas que formam soluções sólidas, o elemento adicionado (átomo do soluto) pode ocupar a posição do elemento base (átomo do solvente), levando à obtenção de uma liga substitucional. Entretanto, o átomo do soluto também pode ocupar os espaços existentes entre os átomos do solvente e formar uma liga intersticial. Vale a pena destacar que a inserção de átomos metálicos em um retículo cristalino leva a distorções e modificações que dificultarão o deslizamento dos planos e aumentarão, por exemplo, a resistência mecânica de uma liga (Figura 10).

Figura 10 – Modelo de distorções no retículo cristalino pela presença de átomos do soluto: um átomo substitucional de grande volume (vermelho/i), um átomo substitucional de pequeno volume (verde/ii) e um átomo intersticial (azul/iii); em cada caso a distorção produzirá oposição ao deslocamento dos planos



Fonte: Adaptado de HIGGINS, 2006, p. 100.

Ainda que diversos componentes possam ser incluídos em diferentes proporções no reticulado cristalino de um elemento base, há um limite ou quantidade máxima de átomos de soluto a serem acrescentados para formar uma solução sólida. Caso esse valor máximo, denominado limite de solubilidade, seja ultrapassado, forma-se um sistema heterogêneo constituído por duas ou mais fases, também descrito como uma “mistura” (CALLISTER, 2002, p. 170). A presença de mais de uma fase levará à presença de regiões cristalinas distintas no material, que por sua vez apresentarão propriedades físicas específicas. A combinação de dois grupos de cristais metálicos com tamanhos diferentes, por exemplo, aumentará a resistência

mecânica de uma liga, pois dificultará o deslizamento das discordâncias por entre os planos cristalinos.

As informações que dizem respeito ao controle da estrutura das fases de uma liga metálica podem ser sintetizadas em gráficos que informam a concentração dos elementos metálicos em função da temperatura; a partir desses gráficos também é possível modificar a microestrutura de uma liga, isto é, o número de fases presentes em uma dada composição e a maneira como os elementos estão distribuídos. Essa representação gráfica pode ser descrita como um “diagrama de fases” ou um “diagrama de equilíbrio”. Esses gráficos informam a extensão em que um metal forma solução sólida no outro. É possível encontrar três situações: dois metais completamente solúveis um no outro no estado sólido (por exemplo, sistema cobre-níquel), dois metais completamente insolúveis no estado sólido (cádmio-bismuto) e dois metais parcialmente solúveis no estado sólido (chumbo-estanho; alumínio-cobre).

Tipos de liga

As ligas metálicas podem ser classificadas como ferrosas e não ferrosas. As ligas metálicas não-ferrosas compreendem ligas com elemento majoritário diverso do ferro. No primeiro grupo, os sistemas de ligas são classificados de acordo com o seu metal básico (átomos do solvente) ou de acordo com características que um grupo de ligas compartilha. No grupo das ligas não-ferrosas é possível encontrar ligas de cobre, ouro, prata, platina, alumínio, magnésio, níquel, titânio, estanho, entre outras. Nas ligas metálicas não ferrosas o processo metalúrgico para obtenção do metal varia conforme as propriedades de cada metal base.

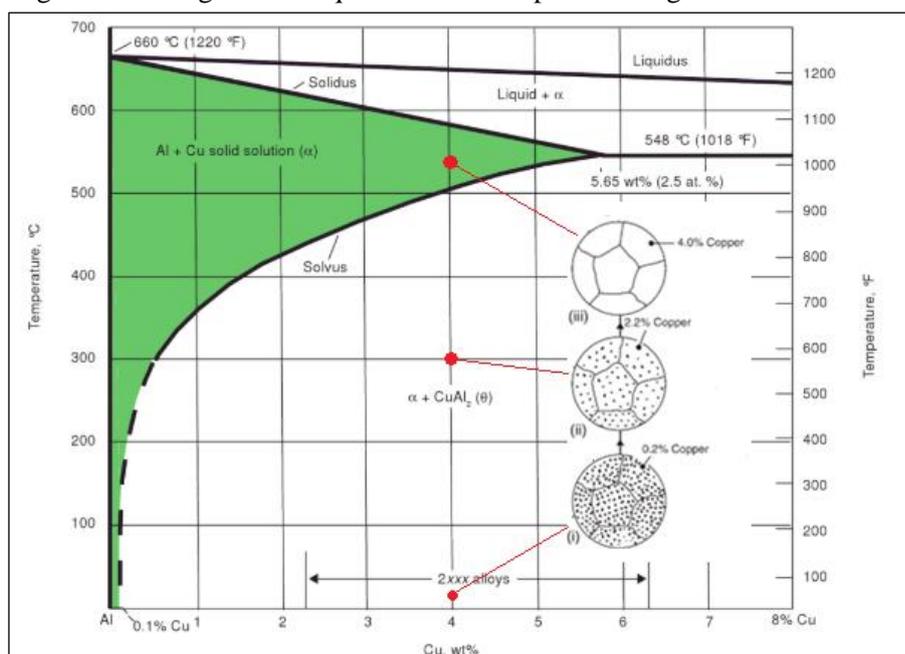
As ligas de cobre foram as primeiras a serem descobertas e utilizadas pela civilização humana (7.000 a.C) uma vez que o minério era abundante e o metal apresentava baixo ponto de fusão. Duas das ligas de cobre mais populares são o latão (cobre e zinco) e o bronze (cobre e estanho). Nesses dois materiais, o acréscimo de outros elementos ao cobre teve como objetivo, entre outros aspectos, o aumento da resistência mecânica e da resistência à corrosão. No caso das ligas não ferrosas, o melhoramento das propriedades de um metal puro ocorreu por meio de modificações na engenharia dos fornos e pelo aumento na temperatura do sistema.

O diagrama de equilíbrio do alumínio (Al) com o cobre (Cu) permite exemplificar a influência da temperatura na formação das ligas não ferrosas. No diagrama, o eixo x indica a porcentagem para os elementos (Al e Cu), enquanto o eixo y identifica as temperaturas; nele é possível observar a existência de três fases (Figura 11).

A curva *solvus* indica que a solubilidade do cobre no alumínio aumenta de 0,2% para 5,7% quando saímos de 0°C para 548°C. Toda a área à esquerda da linha *solvus* indica uma solução sólida insaturada, identificada pela letra grega “ α ” (área verde); enquanto toda a área à direita dessa linha indica uma solução sólida saturada (α) com algum excesso do composto cobre-alumínio (CuAl_2). Caso uma liga com 4% de cobre (548°C), também conhecida pelo nome “Duralumínio” (série 2xxx), seja resfriada lentamente à temperatura ambiente (25°C) a sua microestrutura apresentará aspecto semelhante ao indicado no detalhe “i” do diagrama (Figura 11); nessas condições, a liga consistirá de uma solução sólida α que contém 0,2% de cobre dissolvido, sendo o restante desse elemento metálico (3,8%) presente na forma do precipitado ou composto sólido CuAl_2 .

Se essa mesma liga é novamente aquecida até 300°C, parte do composto sólido (2,2%) passa a ser dissolvida na solução sólida α e a quantidade de precipitado diminui, detalhe que é indicado na microestrutura “ii”. O aquecimento até 548°C levará à total dissolução do composto na fase α , microestrutura representada em “iii”. Por meio do diagrama de fase do alumínio-cobre é possível explicar o “endurecimento por precipitação” ou o endurecimento por envelhecimento. Esse processo pode ser aplicado em diversos metais (ligas de alumínio, de aço entre outras) e permite aumentar as propriedades de resistência mecânica sem que haja uma perda expressiva na ductilidade.

Figura 11 – Diagrama de equilíbrio térmico para uma liga de alumínio-cobre

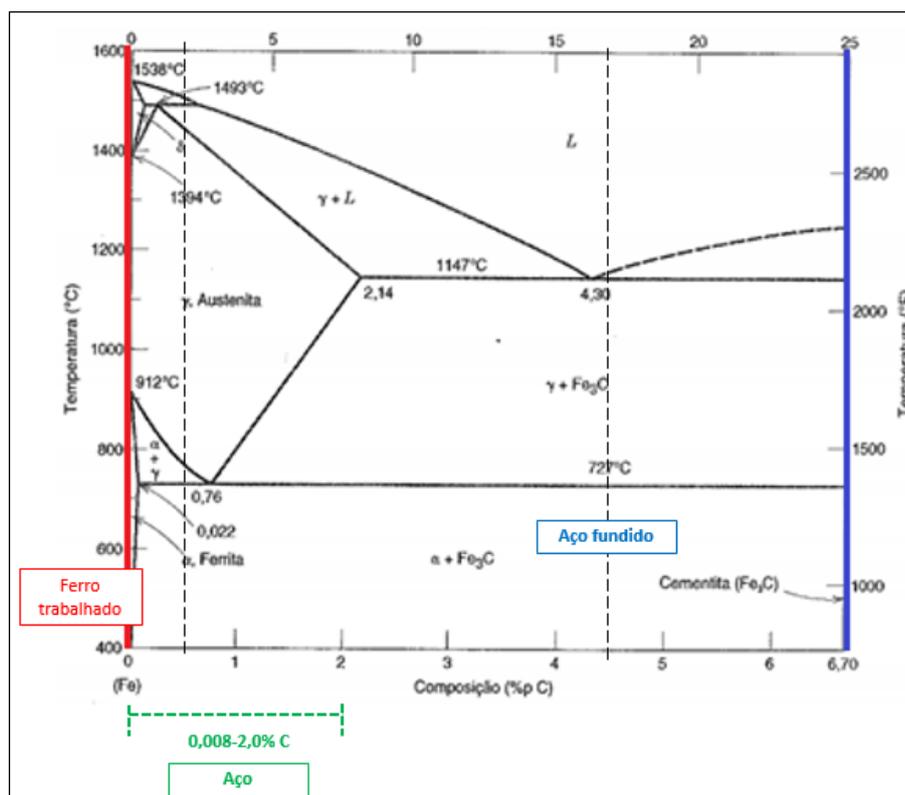


Fonte: Adaptado de HIGGINS, 2006, p. 116, 224; REARDON, 2011, p. 37.

No grupo das ligas metálicas ferrosas, o ferro é o elemento principal. Esse conjunto é composto por outros três grandes grupos: o do ferro trabalhado, o aço e o ferro fundido. O ferro trabalhado, descoberto desde a Antiguidade, foi inicialmente obtido por impacto mecânico manual (forjas) e aquecimentos que não passavam de 700 a 1000°C. Essa limitação na temperatura de aquecimento não permitiu a fundição do metal, que era manuseado na forma sólida. Em relação ao aço, até o século XIX, houve igualmente poucos avanços na capacidade de elevação da temperatura dos fornos para permitir não só sua fundição (a temperaturas superiores a 1600°C), mas também a produção em larga escala. Esse metal, diferentemente do ferro trabalhado, exigia temperaturas mais altas e a inclusão do elemento carbono (0,008 a 2%). O ferro fundido será obtido por meio de concentrações de carbono mais elevadas (3-4%) e poderá formar diferentes ligas conforme o tratamento térmico aplicado (resfriamento rápido ou lento). A grande diferença entre esses três conjuntos de ligas está, entre outros aspectos, no arranjo entre os constituintes da liga (ferro, carbono e outros elementos), na temperatura de fusão, na resistência mecânica e na tendência à fissuração de cada liga (PENSE, 2015, p. 8).

A combinação da temperatura com a proporção do elemento carbono inserido no ferro (limita-se, na prática, a no máximo 6,70%) pode ser visualizada no diagrama de fases do ferro/carbeto de ferro (Figura 12). Nele é possível identificar o ferro puro (100% Fe e 0% C), situação presente no lado extremo esquerdo do gráfico (linha vertical em vermelho); na temperatura ambiente temos a ferrita (ou ferro α). Quando adicionamos ao ferro 6,70% de carbono, temos a situação presente no lado extremo direito do gráfico (linha vertical em azul).

Figura 12 – Diagrama de fases para o sistema ferro/carbeto de ferro



Fonte: Adaptado de CALLISTER, 2002, p. 189.

No grupo das ligas ferrosas (ferro, ferro fundido e aços), o ferro comercialmente puro apresenta menos de 0,008% de carbono. Os aços apresentam concentração de carbono entre 0,008 a 2,14 % (na prática até 1%) e podem ser divididos em aços de baixa liga (baixo teor de carbono, médio teor de carbono e alto teor de carbono) e de alta liga (aço inoxidável). Os ferros fundidos, finalmente, têm concentração de carbono entre 2,14 e 6,70% (na prática menos de 4,5%) e compreendem materiais como o ferro cinzento, o ferro dúctil (nodular), o ferro branco e o ferro maleável (CALLISTER, 2002, p. 256).

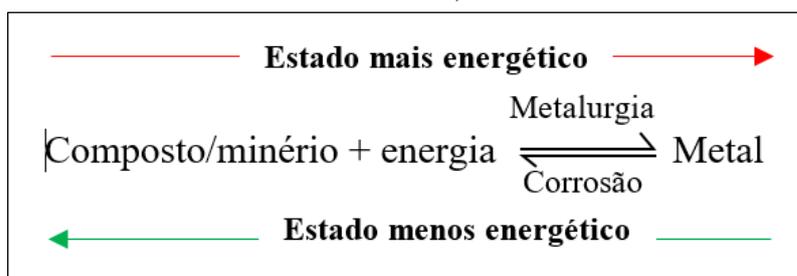
Os metais ferrosos apresentam densidade relativamente alta quando comparada à dos metais não-ferrosos, condutividade baixa e grande susceptibilidade à corrosão quando em ambientes com presença constante de umidade. De um modo geral, esses materiais são amplamente utilizados na construção civil devido à presença abundante de matéria-prima para a sua produção (minério de ferro), ao fato de derivarem de processos relativamente econômicos (extração, beneficiamento, formação de ligas e fabricação) e devido à versatilidade do material, que pode ser adaptado segundo as propriedades mecânicas e físicas desejadas. As ligas ferrosas especiais, por exemplo, são compostas por outros elementos de liga como cromo (Cr), níquel (Ni) e molibdênio (Mo), que são utilizados para a formação de ligas especiais como o aço inoxidável.

Corrosão

A corrosão é um processo de alteração de um material, geralmente metálico, quando em contato com o meio ambiente (umidade e gases atmosféricos); esse processo pode levar à perda das propriedades originais do metal (resistência mecânica, ductilidade, brilho, condução térmica e elétrica, etc.).

A relativa espontaneidade dessas reações pode ser explicada pela metalurgia dos metais, que normalmente encontram-se na natureza na forma de minério, isto é, como átomos metálicos combinados com outros elementos e impurezas. Essas impurezas são indesejáveis e podem ser removidas por meio da absorção de energia na forma de calor (aquecimento em fornos). O produto reduzido é chamado de “metal” e apresenta um elevado nível energético quando comparado com o seu estado anterior (minério). Essa condição energética elevada dos metais tende a ser estabilizada por meio de reações de corrosão (Figura 13).

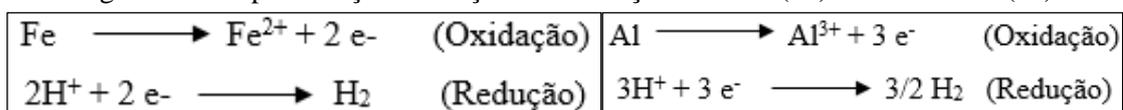
Figura 13 – Diagrama com estado de maior energia (formação dos metais) e menor energia (reações de corrosão)



Fonte: Adaptado de GENTIL, 2011.

As alterações resultantes do processo de corrosão metálica compreendem reações simultâneas de oxidação (perda de elétrons) e redução (ganho de elétrons) que podem ocorrer na superfície ou no interior de um metal. Esse processo, no entanto, só pode acontecer na presença de umidade; tal meio aquoso, também identificado por eletrólito, é essencialmente composto por íons H^+ e OH^- que atuam facilitando a transferência de cargas ou elétrons (e^-). O local onde ocorrem as reações de oxidação é chamado de ânodo, e aquele onde ocorrem as reações de redução é chamado de cátodo. Tomando como exemplo o elemento ferro (Fe) e alumínio (Al), é possível montar a reação de corrosão de ambos (Figura 14).

Figura 14 – Representação de reações de oxidação do ferro (Fe) e do alumínio (Al)



Fonte: Adaptado de GENTIL, 2011.

A facilidade ou dificuldade com que um metal corrói (resistência à corrosão) é uma propriedade que não está relacionada unicamente com as características intrínsecas ao metal, mas também diz respeito às condições do ambiente e aos produtos de corrosão formados. A combinação desses três fatores influenciará na ocorrência, no tipo e na intensidade da corrosão (COSTA, 2019, p. 31). Além das condições do metal e do meio corrosivo, também é possível incluir as condições operacionais a que uma peça está submetida, isto é, os usos, as solicitações mecânicas, os meios de proteção aplicados, entre outros aspectos (GENTIL, 2011, p. 52). Vejamos, inicialmente, algumas características intrínsecas aos metais.

Entre os materiais metálicos, há aqueles que apresentam maior resistência a corrosão (pouco propensos à oxidação) e também aqueles que oferecem menor resistência (mais propensos à oxidação). Essa tendência à corrosão pode ser medida quantitativamente: na presença de um eletrólito (umidade, água), as reações de oxidação (ânodo) e redução (cátodo) resultam na transferência de elétrons, na diferença de potencial e na formação de uma corrente elétrica. Esses valores já foram medidos para diversos materiais metálicos e são importantes, pois permitem compreender a reatividade dos metais, isto é, a sua tendência de perder (oxidação) ou receber (redução) elétrons e a possibilidade de uma reação ocorrer.

Os metais ditos nobres, como o ouro (Au) e a prata (Ag), apresentam potenciais de redução elevados e superiores a vários outros elementos como o ferro (Fe) e o alumínio (Al). O elevado potencial de redução do ouro e da prata significa que esses materiais apresentam maior tendência de reduzirem. Já o potencial de redução negativo do ferro e do alumínio pode ser traduzido na baixa tendência que esses materiais apresentam para a redução, ou, de modo inverso, por uma forte tendência de passarem por reações de oxidação.

Vale ressaltar que o quadro com o potencial de oxidação para os metais apresenta algumas limitações: aplica-se especificamente para os metais puros em condições padrão ($H_2O/25^{\circ}C$). Como os metais dificilmente estão presentes em sua forma pura, mas predominam em misturas de elementos de liga, há ainda um quadro prático com a distribuição dos potenciais de ligas em um meio corrosivo (em solução com água do mar). A situação apresentada nos dois quadros (Quadro 2 e Quadro 3) indica, entre outros aspectos, que o alumínio puro e outras ligas (zinco e magnésio) tendem a sofrer mais oxidação quando comparados com ligas como a platina, o ouro, a prata e o titânio.

Quadro 2 – Potenciais de oxidação para alguns metais e a sua tendência à oxidação

Reação de oxidação	Tendência de oxidação
$\text{Au} \rightarrow \text{Au}^{3+} + 3\text{e}^-$	Baixa (mais inerte/catódico)  Alta (mais ativo/anódico)
$\text{Pt} \rightarrow \text{Pt}^{2+} + 2\text{e}^-$	
$\text{Ag} \rightarrow \text{Ag}^+ + \text{e}^-$	
$\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$	
$\text{H}_2 \rightarrow 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$	
$\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^-$	
$\text{Al} \rightarrow \text{Al}^{3+} + 3\text{e}^-$	
$\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$	
$\text{Mg} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^-$	

Fonte: Adaptado de GENTIL, 2011.

Quadro 3 – Série galvânica ou tendência à corrosão para ligas comerciais

Meta puro ou liga	Tendência
Platina	Mais nobre Extremidade catódica Tendência de reduzir
Ouro	
Grafite	
Titânio	
Prata	
Aço AISI 410 (passivo)	
Bronze	
Cobre	
Latão amarelo	
Aço AISI 410 (ativo)	
Solda chumbo-estanho	
Aços inoxidáveis (13% Cr)	
Ferro fundido	
Aço	
Ligas de alumínio	Tendência de oxidar Extremidade anódica Menos nobre
Ligas de zinco	
Ligas de magnésio	

Fonte: Adaptado de GENTIL, 2011; CARBÓ, 2008.

Ainda em se tratando das características intrínsecas ao metal, a corrosão também pode estar relacionada com o contorno, as orientações e a diferença de tamanho dos grãos; e com a aplicação de tratamentos térmicos distintos em uma mesma peça. Essas características são agrupadas em aspectos relativos à metalurgia do metal; a presença delas leva à diferença de potencial elétrico, à formação de áreas anódicas e catódicas e à possibilidade de corrosão do metal (GENTIL, 2011, p. 74). Nos grãos metálicos, o contorno é a área com maior desarranjo no retículo cristalino, seja devido à orientação dos átomos, à formação de fases diferentes da

solução sólida inicial ou à migração de impurezas. Esse desarranjo no contorno contribui para a diferença de potencial com o restante do grão e o surgimento de corrosão.

Quadro 4 – Principais tipos de corrosão, seja localizada (L) ou geral (G), os princípios e suas causas

Tipo de corrosão	Descrição/causa	Exemplo
Uniforme	Ocorre em toda a extensão da superfície do metal e leva à perda uniforme da sua espessura.	Exemplo: Ferrugem do ferro, pátina esverdeada no cobre e escurecimento da prata.
Placas	Presente em regiões do metal e não em toda a sua extensão; forma placas com escavações.	
Galvânica (L)	A diferença de potencial entre dois metais em contato com um eletrólito leva à transferência de elétrons e à corrosão de ambos. Na região onde há o encontro entre os materiais, o metal com maior potencial de oxidação atua como anodo e aquele com menor potencial atua como catodo.	Exemplo: ligas de alumínio em contato com outras de cobre.
Intergranular	Ocorre entre os grãos da rede cristalina do metal; afeta diretamente a resistência mecânica da liga.	
Intergranular >> esfoliação	Tipo específico de corrosão intergranular que decorre da ação de esforços mecânicos.	Exemplo: comum em ligas extrudadas.
Intragranular	Ocorre nos grãos da rede cristalina do metal.	
Transgranular / transcristalina	Manifesta-se nos grãos da rede cristalina do material metálico.	
Por fresta (crevice) (L)	Corrosão localizada presente em áreas de encaixe ou em reentrâncias presentes na sobreposição de peças, nas proximidades entre parafusos ou subjacente a depósitos. Diferença de potencial eletroquímico e concentração entre as espécies levará à oxidação do metal.	
Por fresta >> filiforme (L)	Ocorre em metais que apresentam a superfície revestida (tintas ou metalizações) e com UR elevada (entre 65-90%). O processo tem início com defeitos na cobertura (fissuras, riscos), que fica exposta ao oxigênio e à água (reações anódicas), levando à dissolução do metal (reações catódicas). Formam-se finos filamentos que se propagam em distintas direções, sem que haja o seu cruzamento. Não compromete a estrutura do metal, mas altera a aparência da superfície.	Exemplo: lata de aço com revestimento, aços estanhados, alumínio pintado e outras peças metálicas laqueadas em áreas de alta umidade.
Puntiforme ou por pites (L)	Afeta pequenas áreas pontuais da superfície, também chamados de <i>pites</i> , porém pode causar rápida perda da espessura, originar perfurações e pontos de tensão. Tais aspectos reduzem a resistência mecânica e aumentam a possibilidade de fratura. A área local na superfície do metal se torna anódica em relação ao restante da superfície.	Exemplo: comum em ligas que formam filme passivo protetor (aço inoxidável, alumínio e titânio).
Seletiva	Corrosão que ocorre preferencialmente em um dos componentes de uma liga metálica; outros elementos permanecem intactos.	Diferença de potencial entre elementos que compõem a liga. Exemplo: frequente no ferro fundido, nos latões (dezincificação); menos frequente em ligas de cobre e níquel (desniquelação) e ligas

Tipo de corrosão	Descrição/causa	Exemplo
		de cobre e alumínio (desaluminação).
Em torno do cordão de solda	O aquecimento local de um metal para a aplicação de solda modifica a natureza das fases ou das composições presentes na liga, o que induz à formação de uma diferença de potencial. Esse tipo de corrosão é intergranular e se manifesta em torno do cordão de solda.	Exemplo: comum em aço inoxidáveis não estabilizados ou dependendo do teor de carbono presente (>0,03%); também em ligas de alumínio 2xxx (Duralumínio).
Fissuração por corrosão por tensão (<i>stress-corrosion cracking/SCC</i>)	Resulta da combinação de ação de tensão mecânica e exposição a ambiente corrosivo. Como resultado ocorre a propagação de fissuras de corrosão por tensão ao longo do contorno dos grãos.	Comum em ligas de alumínio da série 2xxx, 5xxx e 7xxx.

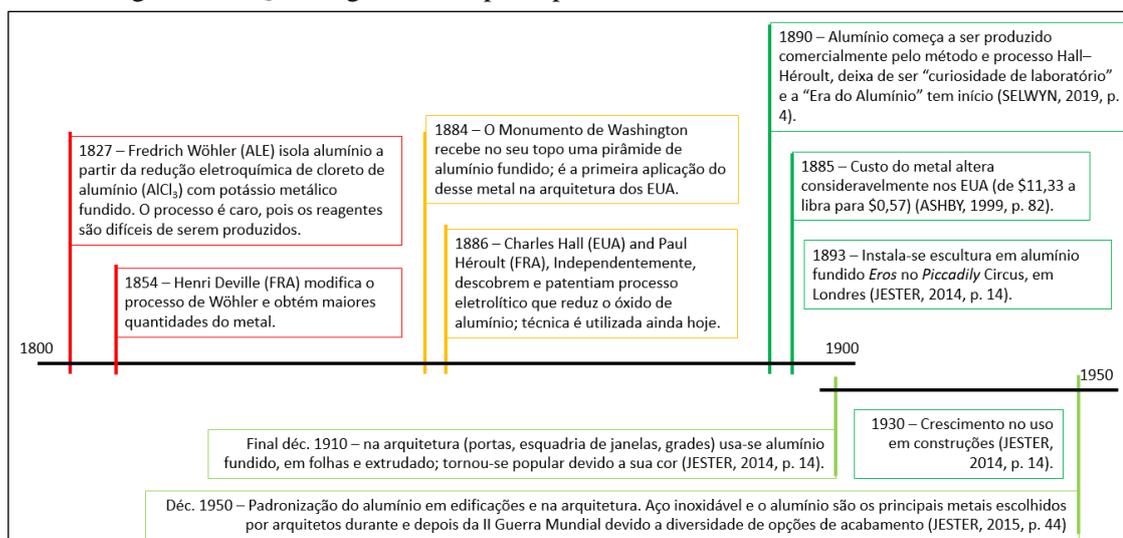
Fonte: Adaptado de COSTA, 2019; GENTIL, 2011; VARGEL, 2004.

Breve contexto histórico das ligas de alumínio

O elemento metálico alumínio, embora abundante em várias regiões do mundo, só foi conhecido no começo do século XIX, sendo comercialmente produzido e utilizado para fins decorativos apenas no final desse mesmo século. Semelhantemente a outros metais, a sua presença natural ocorre na forma de minério, portanto combinado com outros elementos químicos. A descoberta e a produção em quantidades comerciais da liga de alumínio foram inicialmente limitadas devido ao custo dos reagentes. Porém, as quantidades produzidas revelaram propriedades extremamente valorizadas: a baixa densidade e a cor semelhante à prata.

Diversas publicações europeias e norte-americanas discutem o conhecimento de aspectos históricos e técnicos da produção metalúrgica das ligas de alumínio (ASHBY, 1999), os acabamentos disponíveis ao longo do século XX (JESTER, 2015) e as utilizações dessa liga na construção civil, na arquitetura e na decoração (PIEPER, 2015, p. 27), além de aplicações em bens culturais ao relento (STACEY, 2015). Destacamos algumas datas necessárias para a contextualização do surgimento desse metal e destacamos que o uso dessa liga de modo padronizado e regular na arquitetura internacional ocorre a partir da década de 1950 (Figura 15).

Figura 15 – Quadro geral sobre principais fatos relativos à história do alumínio

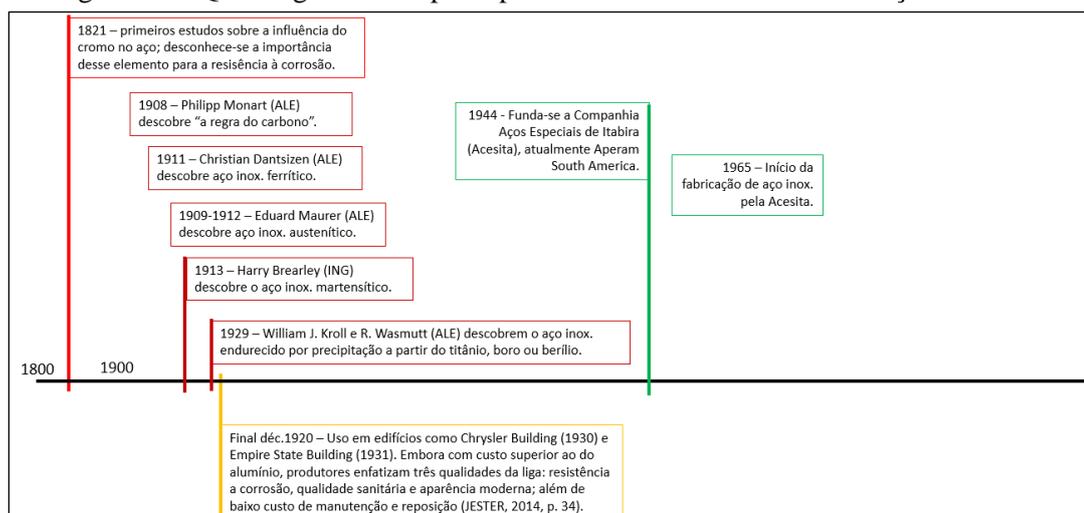


Fonte: Adaptado de JESTER, 2015; ASHBY, 1999; SELWYN, 2019.

Breve contexto histórico das ligas de aço inoxidável

Embora o uso do metal ferro já fosse conhecido desde o ano 1000 a.C. (SELWYN, 2019, p. 2), a produção de ligas ferrosas com a inclusão de elementos como o carbono, cromo, níquel e molibdênio só ocorreu a partir do século XIX. O aço carbono é uma liga ferrosa basicamente composta por ferro (Fe) e carbono (C). O aço inoxidável corresponde a uma liga de aço, porém com a adição de pelo menos 11% do elemento cromo, entre outros elementos (Figura 16).

Figura 16 – Quadro geral sobre principais fatos relativos à história do aço inoxidável



Fonte: JESTER, 2014, p. 31-38.

Atualmente, o uso desse metal ocorre por meio de processos de fundição que permitem a obtenção de peças com formatos variados ou de conformação para produção de chapas, folhas, lâminas, tubos, barras e fios. Na indústria, o seu uso ocorre principalmente em equipamentos

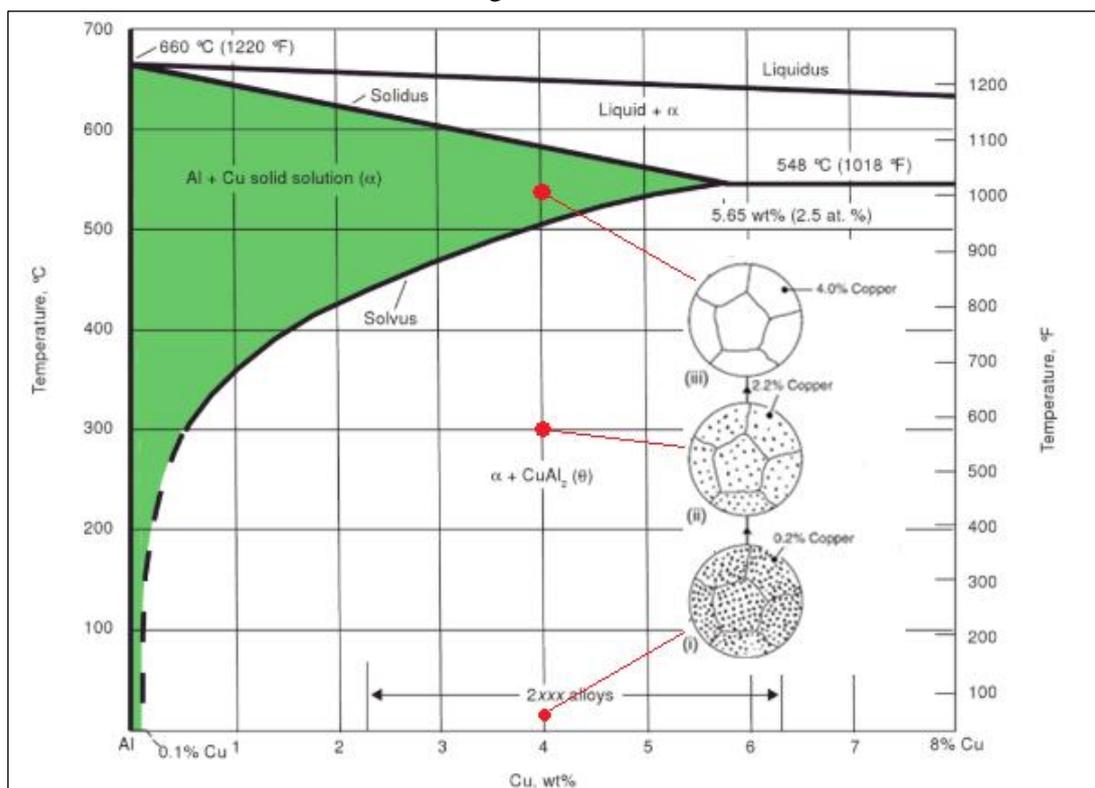
químicos e máquinas de engenharia (34%), utensílos domésticos (28%), na indústria de comidas e bebidas (18%), transporte (9%), arquitetura (5%) e equipamentos eletrônicos (DAVIS, 2000). A aplicação de diversas ligas de aço inoxidável pode ser encontrada em todo o mundo, com uso em edifícios, na arquitetura e na arte pública (ISSF, s.d.).

Tratamentos térmicos em ligas de alumínio (têmperas)

O aumento ou a diminuição da temperatura (eixo x) permite, respectivamente, elevar ou diminuir a porcentagem de cobre que pode ser dissolvida na solução sólida de Al (eixo y). Uma liga com 95,5% de Al e 4,5% de Cu em uma faixa de temperatura de 500°C-570°C permite formar uma única fase sólida *alpha* (α) constituída por uma solução sólida substitucional de Al (solvente) e Cu (soluto). Essa fase é rica em alumínio (maior porcentagem de Al) e é dúctil. Abaixo da linha de solubilidade é possível encontrar um sistema com duas fases, a fase *alpha* (α) e o composto CuAl_2 ($\alpha + \text{CuAl}_2$). Quando uma liga de alumínio com cobre, por exemplo com 95,5% de Al e 4,5% de Cu, sistema que integra uma liga sólida da fase α , é lentamente resfriada (envelhecimento natural) para uma temperatura inferior a 500°C, ocorre a precipitação do composto CuAl_2 ; nessa situação, o sistema, que antes era homogêneo, com o metal secundário (Cu) disperso no metal base (Al), passa a apresentar um metal separado na forma de cristais (precipitado) no metal base. O precipitado (CuAl_2) é duro e quebradiço e levará ao endurecimento da liga, além de diminuir sua resistência mecânica; o produto formado já foi comercialmente identificado como “duralumínio” (Figura 17 a_i).

O diagrama de fases de uma liga de alumínio com cobre ainda permite compreender outros tratamentos térmicos. Se essa mesma liga (95,5% de Al e 4,5% de Cu) for novamente aquecida até uma temperatura superior a 500°C, os precipitados do composto CuAl_2 serão absorvidos e formarão uma solução sólida α , composta por uma única fase (Figura 17 a_{iii}); esse processo também é identificado por tratamento térmico por solubilização. Caso esse material seja rapidamente resfriado, a estrutura monofásica será preservada; esse processo é descrito como *quenching* (Figura 17 b_{iv}) e permite um tratamento da liga identificado por endurecimento por envelhecimento. Nessa condição, as concentrações de cobre estão dissolvidas no alumínio e os cristais quebradiços de CuAl_2 estão ausentes, sendo essa liga mais dúctil e com maior resistência mecânica que aquela resfriada lentamente.

Figura 17 – Diagrama de fase com mudanças estruturais que ocorrem durante o tratamento com calor de uma liga de alumínio-cobre



Fonte: Adaptado de HIGGINS, 2006, p. 224, 116.

Dessa forma, uma liga metálica pode apresentar sua estrutura metálica modificada, seja pela adição de componentes metálicos, seja por tratamentos a frio ou a quente. Contudo, é importante ressaltar que algumas ligas trabalhadas podem ser submetidas a têmperas específicas. As ligas que formam soluções sólidas, por exemplo, apresentam uma única fase (átomos do soluto totalmente dissolvidos no solvente), portanto não podem sofrer transformações na estrutura cristalina por meio de tratamentos térmicos. Elas são identificadas como ligas não-tratáveis termicamente. Esses materiais só podem ter a resistência mecânica alterada quando submetidos a trabalhos a frio para encruamento (H) do metal ou pelo recozimento (O). A liga 1100, por exemplo, é constituída por pelo menos 99% de Al, composição que torna esse material quase um metal puro, isto é, com uma única fase (monofásico). Por esse motivo, as ligas do grupo 1xxx não podem ser tratadas termicamente, mas somente por meio de trabalho a frio (encruamento), já que toda a sua estrutura cristalina é composta basicamente por um único elemento (Al). Situação semelhante ocorre com algumas ligas do grupo 3xxx, que, embora apresentem outros elementos de liga além do alumínio, também formam soluções sólidas (monofásicas).

APÊNDICE 2 – MODELO DE FICHA DE IDENTIFICAÇÃO UTILIZADA NAS PESQUISA DE CAMPO

1. IDENTIFICAÇÃO	
Informações gerais	
Nome:	Fotografia:
Número:	
Autor:	
Material:	
Data de fabricação:	
Dimensões:	
Espessura da chapa:	
Coleção:	
Sítio:	
Observações:	
2. PESQUISA BIBLIOGRÁFICA	
História da peça	
Proveniência:	
Dados bibliográficos do autor:	
Dados bibliográficos do fabricante (se houver):	
Marcas e assinaturas:	Desenhos, croquis e fotografias:
Relatórios de intervenções ou manutenções:	
Observações:	
3. EXAME VISUAL	
3.1. Descrição geral da peça	
Descrição geral:	
Peso:	
Forma geral:	Fotografia:
Apresentação (articulada ou fixa):	
Partes, elementos e materiais:	
Aspecto da superfície:	
Quanto à manipulação:	
Observações:	

3.2. Métodos construtivos
Técnicas de conformação:
Técnicas de corte:
Técnicas de junção:
Técnicas de acabamento (jateamento, polimento mecânico, acabamento químicos como fosfatização, eletrodeposição, anodização, galvanização):
Observação:
3.3. Natureza dos materiais utilizados
Identificação elementar por XRF:
Local analisado e elementos encontrados:
Observação:
4. ESTADO DE CONSERVAÇÃO
4.1. Alterações no suporte
Deformações, mossas, empenamento, fissuras, trincas, rachaduras, ruptura do suporte:
Observação:
4.2. Alterações na superfície
Craquelê, descascamento:
Observação:
4.3. Outras alterações
Evidência de reparo ou modificação (reposição de peças, restaurações prévias e aplicação de verniz:
Produtos de corrosão (cor, aspecto, quantidade, extensão, forma, intensidade):
Observação:
Referências

APÊNDICE 3 – RELAÇÃO DAS OBRAS EXAMINADAS E CONSULTADAS SEGUNDO TÍTULO, ANO, DIMENSÕES E COLEÇÃO

N°.	OBRA/ ANO/ NUMERAÇÃO	MATERIAL	DIMENSÃO	COLECIONADOR
1	<i>Bicho relógio de sol</i>	Alumínio anodizado em amarelo	25 x 50ø cm	Fundação José e Paulina Nemirovsky
2	<i>Bicho</i>	Alumínio	28 x 30 x 20 cm	Coleção Alfredo e Rose Setúbal (Coleção Setúbal)
3	<i>Bicho</i>	Alumínio	30 x 20 x 10 cm	Coleção Setúbal
4	<i>Bicho máquina</i>	Alumínio anodizado em amarelo	90 x 60 cm	Museum of Fine Arts – Houston (MFAH)
5	<i>O Antes é o Depois</i>	Aço inoxidável	60 x 70 cm	Coleção Setúbal
6	<i>Trepante</i>	Aço inoxidável	38 x 49 x 38 cm	MFAH
7	<i>Bicho relógio de sol</i>	Alumínio	12 x 23,5ø cm	Museu de Arte Moderna do Rio de Janeiro (MAM-RJ)
8	<i>Bicho caranguejo</i> (1960)	Alumínio	Planificado: 40 x 80 x 6 cm	Ella Fontanals-Cisneros (EFC)
9	<i>Bicho carruagem</i> (1960)	Alumínio	25,4 x 24,8 x 25,4 cm	EFC
10	<i>Bicho</i> (1960)	Alumínio	55,9 x 47,9 x 47,9 cm	EFC
11	<i>Bicho projeto para um planeta</i> (1963) / 000484	Alumínio	Não indicado	Exibida na Pinakothek Cultural (PC)
12	<i>Bicho monumento a todas as situações</i> [médio] (1960) / 000927	Alumínio	50,5 x 50,5 x 50,5 cm	PC
13	<i>Bicho monumento a todas as situações</i> (1962) / 000571	Metal com banho de cromo	25,0 x 30,0 cm	PC
14	<i>Bicho relógio de sol</i> [médio] (1960) / 000905	Alumínio ¹⁰¹	Não indicado	PC
15	<i>Bicho invertebrado</i> [pequeno] (1960) / 000887	Alumínio	18,3 x 50,0 x 12,5 cm	PC
16	<i>Bicho invertebrado</i> [médio] (1960) / 000949	Alumínio	35,0 x 37,0 x 25,0 cm	PC

¹⁰¹ No catálogo da exposição, a obra é descrita como feita em alumínio (PINAKOTHEKE CULTURAL, 2021, p. 110). Porém, acreditamos que outra liga tenha sido utilizada, possivelmente com revestimento por galvanização; os motivos para essa suposição foram apresentados no capítulo 3.

Nº.	OBRA/ ANO/ NUMERAÇÃO	MATERIAL	DIMENSÃO	COLECIONADOR
17	<i>Bicho invertebrado</i> (1960)	Alumínio	Não indicado	PC
18	<i>Bicho pássaro no espaço</i> [pequeno] (1961-1962) / 000647	Alumínio	25,0 x 25,0 x 25,0 cm	PC
19	<i>Bicho</i> (1960) / 000928	Alumínio	56,0 x 37,0 x 35,0 cm	PC
20	<i>Bicho</i> (1960) / 000929	Alumínio	15,0 x 36,0 x 20,0 cm	PC
21	<i>Bicho</i> (1960) / 000690	Alumínio ¹⁰²	37,0 x 30,0 cm	PC
22	<i>Bicho desfolhado</i> [médio] (1960) / 000900	Alumínio	35,8 x 36,0 x 0,7 cm	PC
23	<i>Bicho caranguejo</i> (1963) / 000953	Alumínio	26,0 x 31,0 x 25,0 cm	PC
24	<i>Bicho de bolso</i> (1966) / 000538	Alumínio	30,0 x 45,0 x 45,0 cm	PC
25	<i>Bicho radar</i> (1960) / 000955	Alumínio	Não indicado	PC
26	<i>Bicho [ponta]</i> (1960) / 000939	Alumínio	Não indicado	PC
27	<i>Bicho contrário II</i> (1960) / 000933	Alumínio	Não indicado	PC
28	<i>Bicho contrário II</i> (1961) / 000934	Alumínio	Não indicado	PC
29	<i>Casulo Nº4</i> (1958) / não indicado	Ferro	42,5 x 42,5 x 8,5 cm	PC
30	<i>Casulo</i> (1959) / não indicado	Tinta automotiva sobre metal	42,5 x 42,5 x 30 cm	PC
31	<i>Casulo</i> (1958) / não indicado	Tinta automotiva sobre metal	42,5 x 42,5 x 12 cm	PC
32	<i>O antes é o depois</i> (1963) / 000483	Alumínio ¹⁰³	Não indicado	PC
33	<i>Caixa trepante</i> (1965) / 000770	Cobre	25 x 50 x 25 cm	PC
34	<i>Trepante</i> (1965) / 000926	Cobre	Superior a 1,0 x 1,0 m	PC
35	<i>Trepante</i> (1965) / 000485	Aço inoxidável ¹⁰⁴	Superior a 1,0 x 1,0 m	PC

¹⁰² No catálogo de exposição, a obra consta como feita em alumínio (PINAKOTHEKE CULTURAL, 2021, p. 110) e acreditamos que essa liga tenha sido anodizada em amarelo.

¹⁰³ No catálogo de exposição, a obra consta como feita em alumínio (PINAKOTHEKE CULTURAL, 2021, p. 110). Porém, o material empregado pode ter sido o aço inoxidável.

¹⁰⁴ No catálogo da exposição, a obra é descrita como feita em alumínio (PINAKOTHEKE CULTURAL, 2021, p. 173). Contudo, é possível que o material escolhido tenha sido o aço inoxidável.

APÊNDICE 4 – RELATÓRIO COM RESULTADO DAS ANÁLISES DE IDENTIFICAÇÃO ELEMENTAR PARA AS OBRAS ESTUDADAS

A seguir apresentamos as tabelas com os resultados das análises por Espectroscopia de Fluorescência de Raios X por Dispersão de Energia (EDXRF) para as obras em alumínio: *Bicho* (1960) e *Bicho* (1963) da Coleção Rose e Alfredo Setúbal (Coleção Setúbal), *Bicho relógio de sol* (1960) da Fundação José e Paulina Nemirovsky (Fundação Nemirovsky) e *Bicho máquina* (1962) do Museu de Belas Artes de Houston (*Museum of Fine Arts Houston – MFAH*)¹⁰⁵; e em seguida, para as obras em aço inoxidável: *O Antes é o Depois* (1963/Coleção Setúbal) e *Trepante* (1965/MFAH).

¹⁰⁵ A obra *Bicho relógio de sol* (1960) do MAM-RJ não pode ser analisada com equipamento de EDXRF devido às restrições sanitárias impostas para o controle do vírus SARS-CoV-2 causador da COVID-19.

Tabela 1 – *Bicho* (1963), 8 peças, dimensão total de 28 x 30 x 20 cm, haste (1,4 mm), chapa (1 mm), Coleção Sra. Rose e Sr. Alfredo Setúbal. Identificação de elementos de liga por EDXRF

Foto/Local coletado (medição)

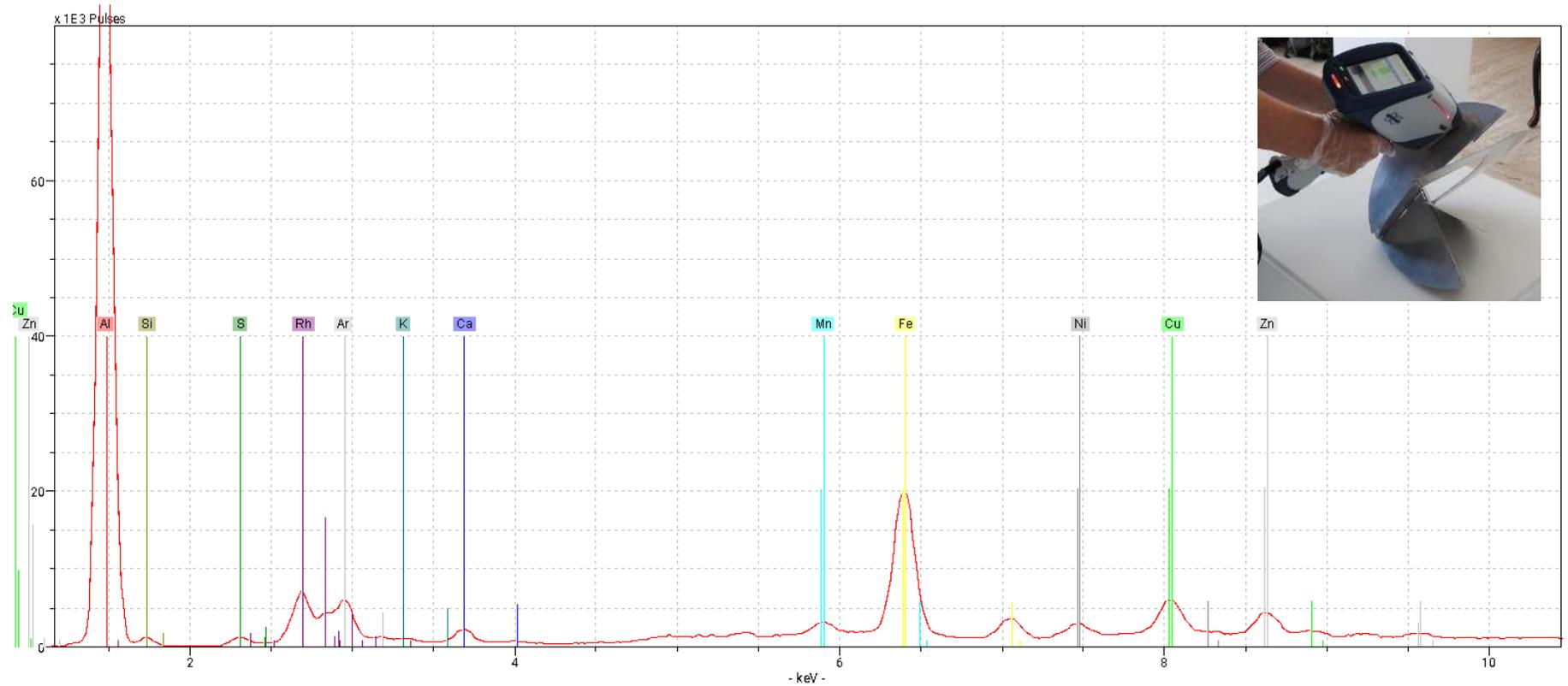
Elementos indicados

Identificação da liga

DSC 6438 (00031)

Al, Si, S, K, Ca, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn

Liga 1: 1100. Liga 2: 6063. Liga 3: 5005



Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 2 – *Bicho* (1960), 13 peças, dimensão total de 10 x 30 x 20 cm, haste (1,2 mm), chapa (1 mm), Coleção Sra. Rose e Sr. Alfredo Setúbal. Identificação de elementos de liga por EDXRF

Foto/Local coletado

Elementos indicados

Identificação da liga

DSC 6457 (00039)

Al, Si, S, Cl, K, Ca, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn

Liga 1: 6063; Liga 2: 1100; Liga 3: 5005

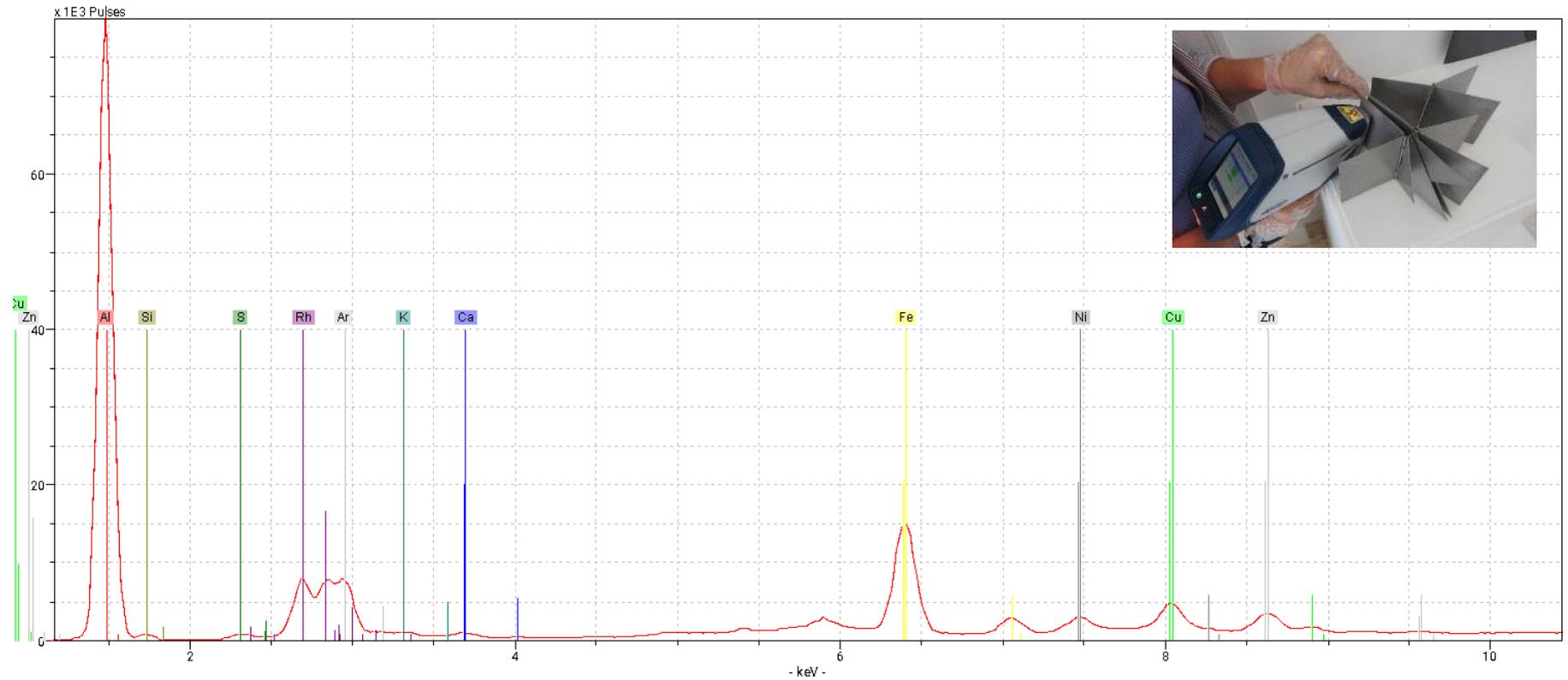


Tabela 3 – *Bicho Relógio do sol* (1960), 4 peças, dimensão total de Ø 50 cm, haste (Ø 2,5 mm), chapa (1,2 mm), Fundação Nemirovsky em comodato com a Pinacoteca do Estado de São Paulo. Identificação de elementos de liga por EDXRF

Foto/Local coletado (medição)

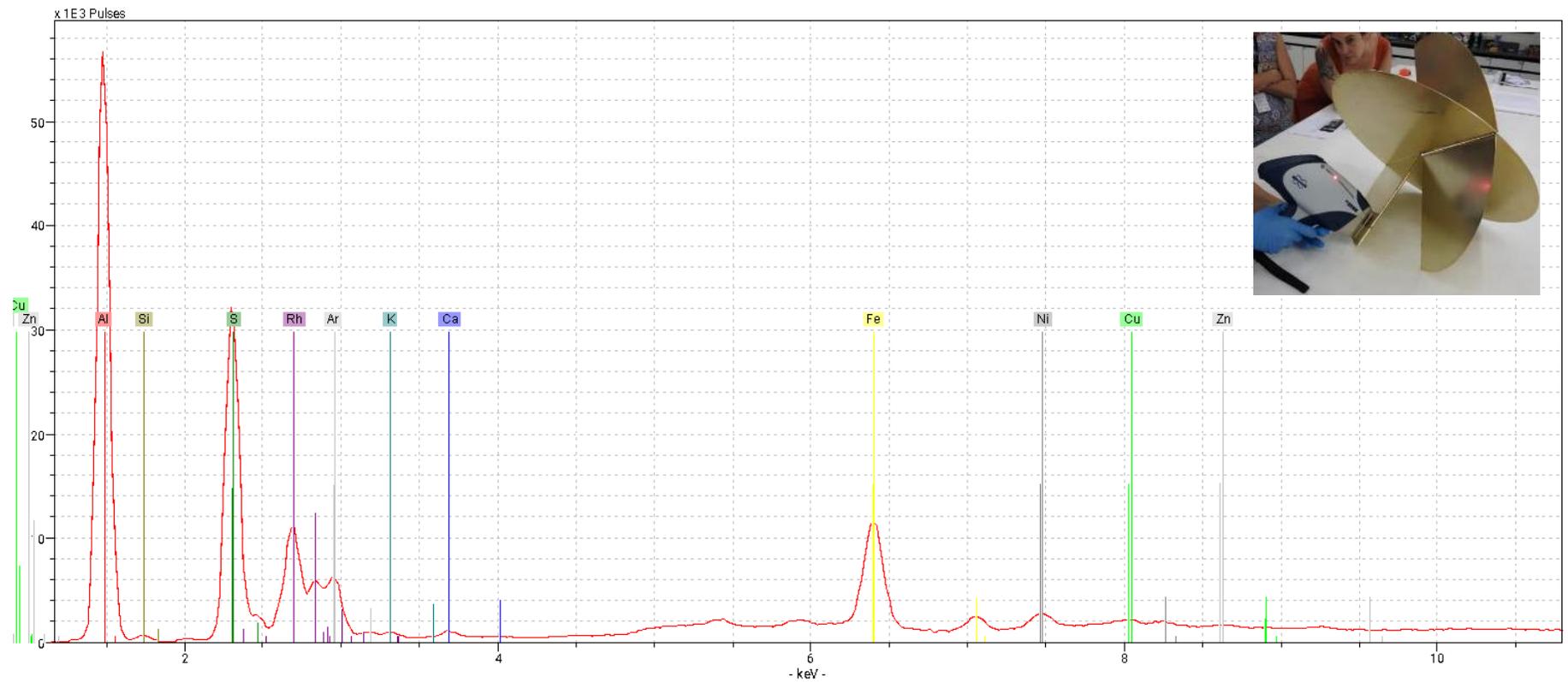
Elementos indicados

Identificação da liga

DSC 6375 (0001)

Al, Si, S, K, Ca, Cr, Fe, Ni, Cu, Zn

Liga 1: 1100. Liga 2: 6063. Liga 3: 5005



DSC 6404 (0018/metal base)

Al, Si, S, K, Ca, Cr, Fe, Ni, Cu, Zn

Liga 1: 4643. Liga 2: 4043.

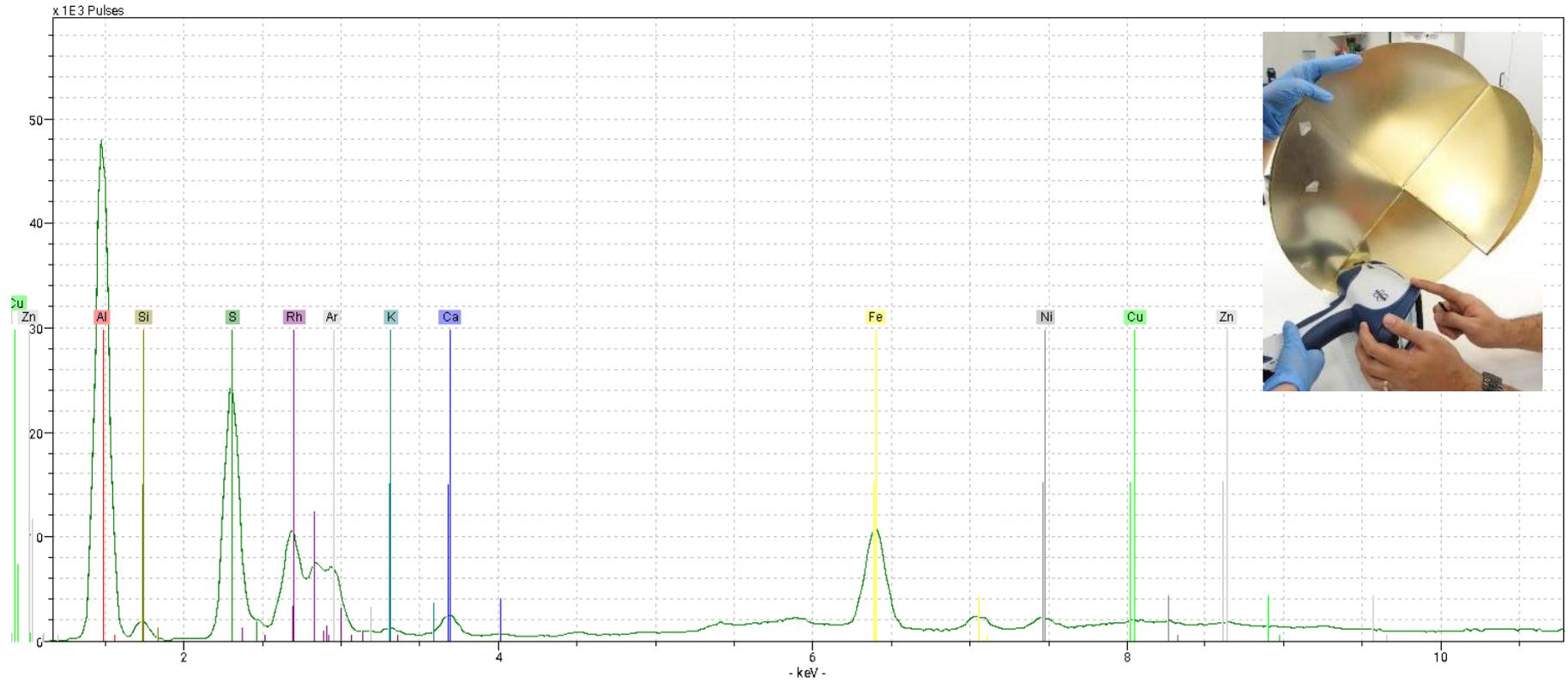


Tabela 4 – *Bicho (máquina)* (1962), 24 peças, dimensão total de 90 x 60 cm, haste (2,18 Ø mm), chapa (1,3 mm), Museum Fine Arts – Houston (MFAH).
Identificação de elementos de liga por EDXRF

Foto/Local coletado

2005 470 XRF site A

Elementos indicados

Al, S, Ca, Cr, Fe, Ni, Cu, Zn

Identificação da liga

Não identificada.

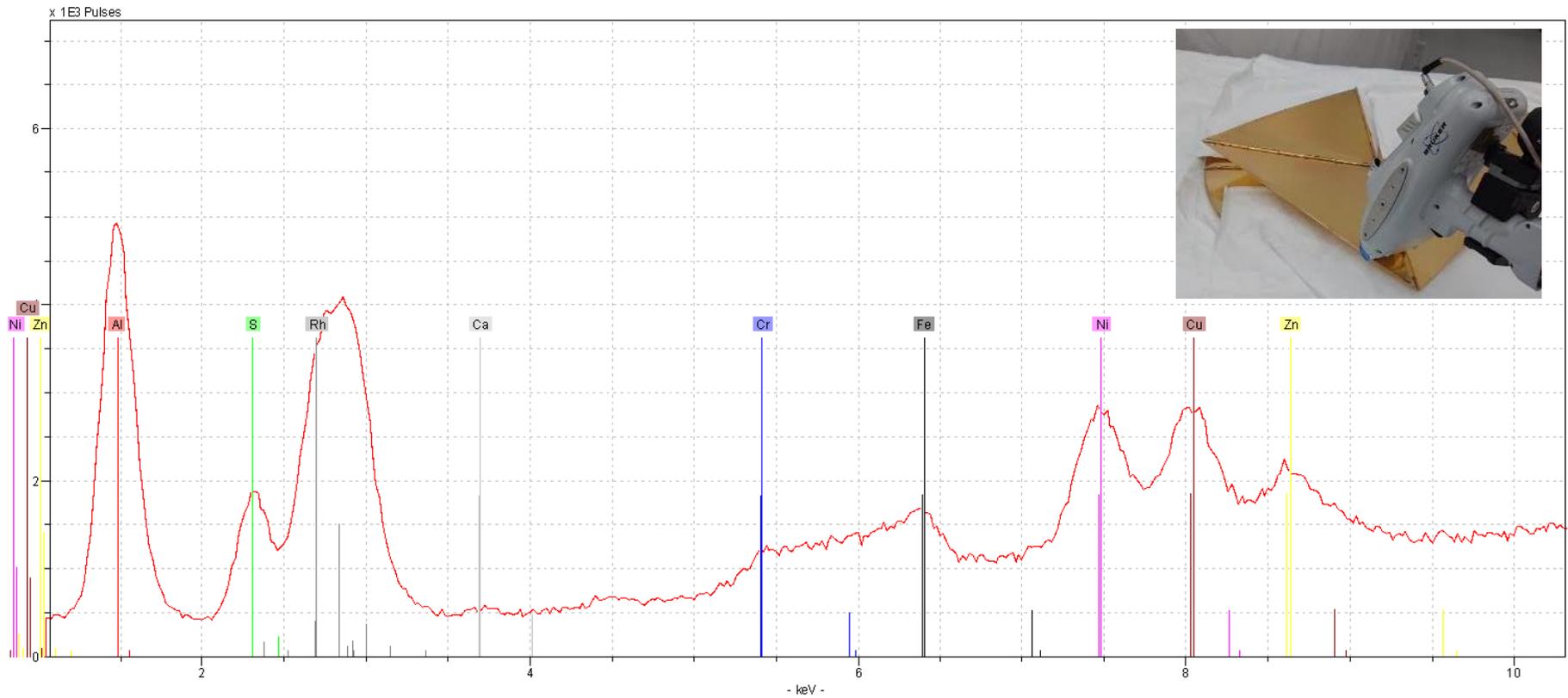
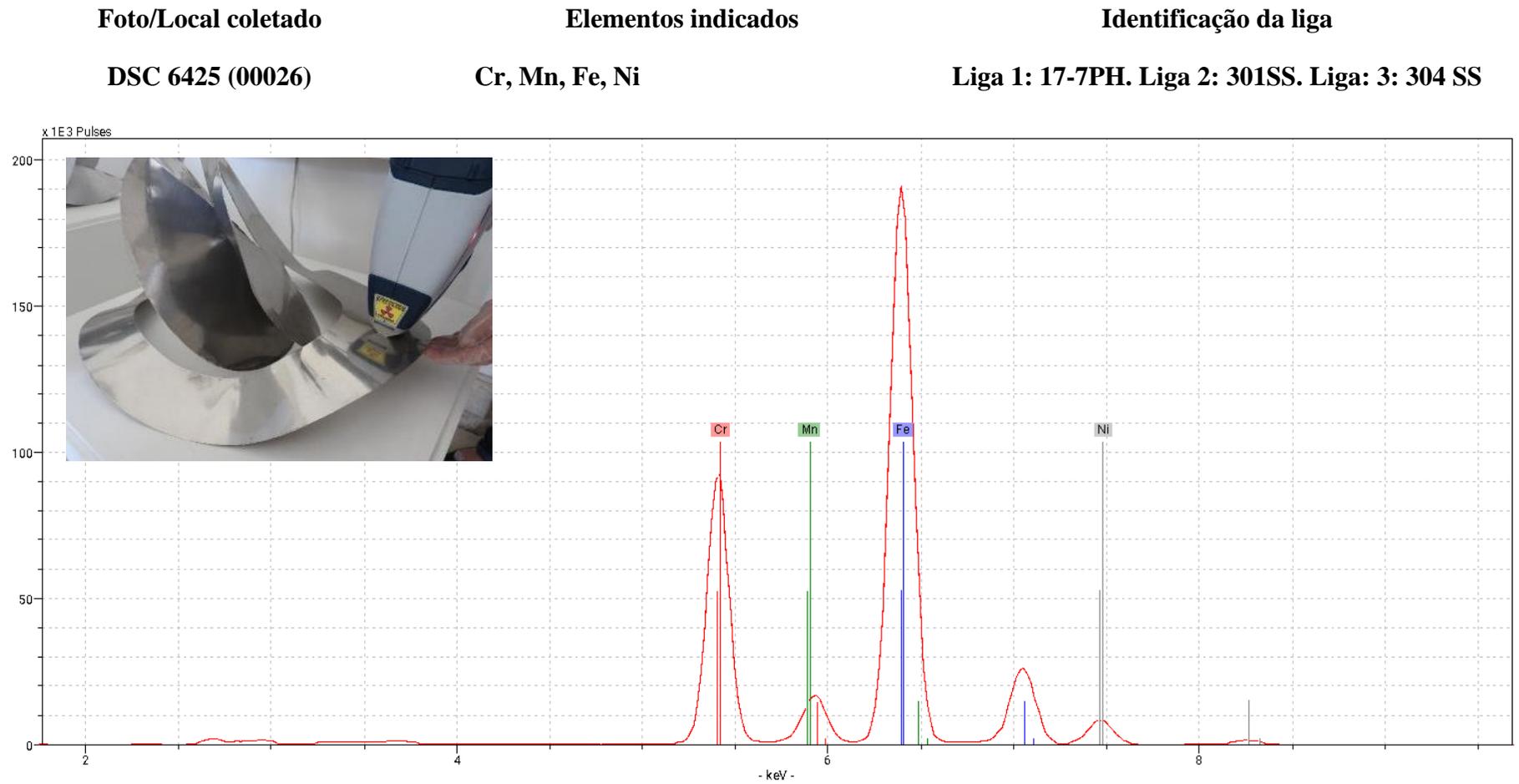


Tabela 5 – *O antes é o depois, versão 02* (1963), 2 peças, dimensão total de 60 x 70 cm, espessura da chapa de 0,5 mm, Coleção Sra. Rose e Sr. Alfredo Setúbal. Identificação de elementos de liga por liga por EDXRF



DSC 6433 e 6435 (00030/solda)

Rh, Pb, Sn, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu

Liga 1: 17-7PH. Liga 2: 301SS. Liga 3: 304 SS

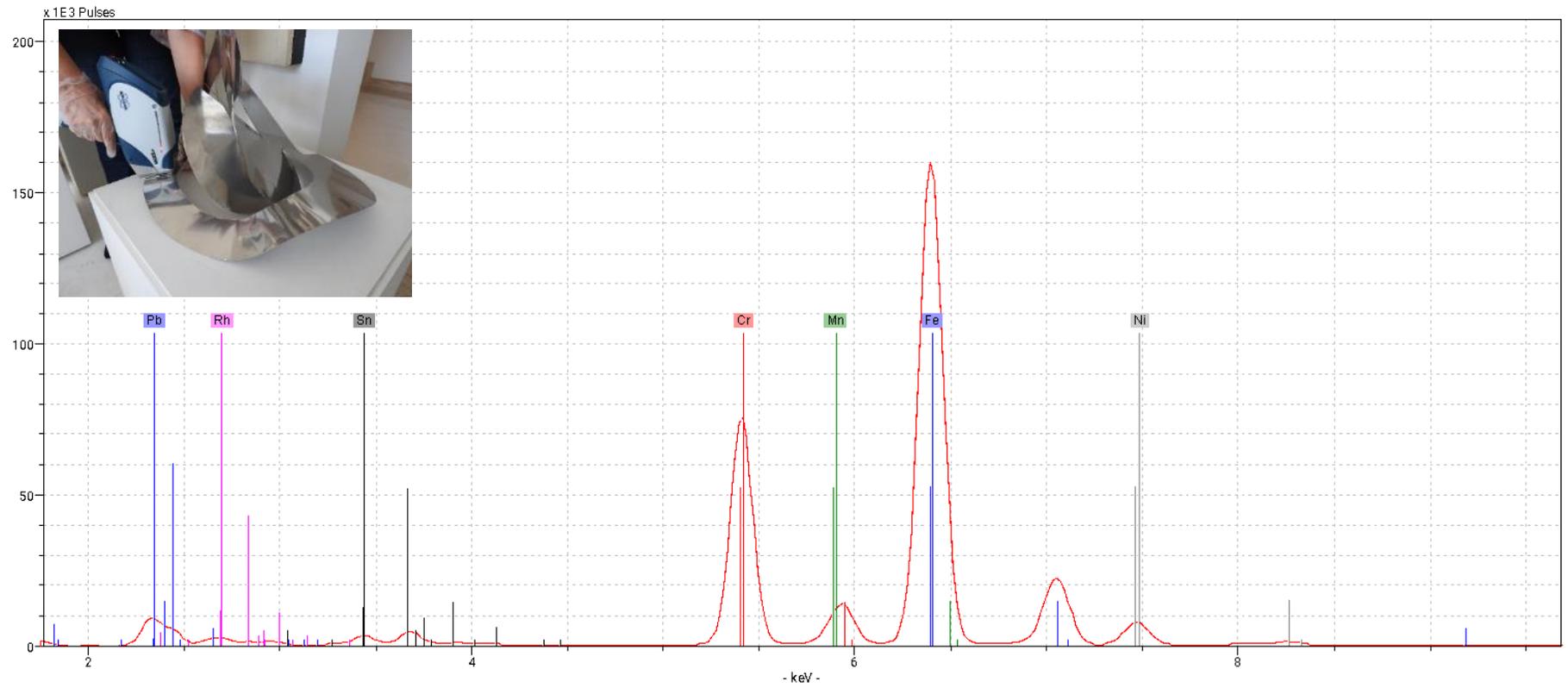


Tabela 6 – *Trepante* (1965), 3 peças, 38 × 49 × 38 cm, espessura da chapa de 0,5 mm, Museum Fine Arts – Houston (MFAH). Identificação de elementos de liga por EDXRF

Foto/local coletado (medição)

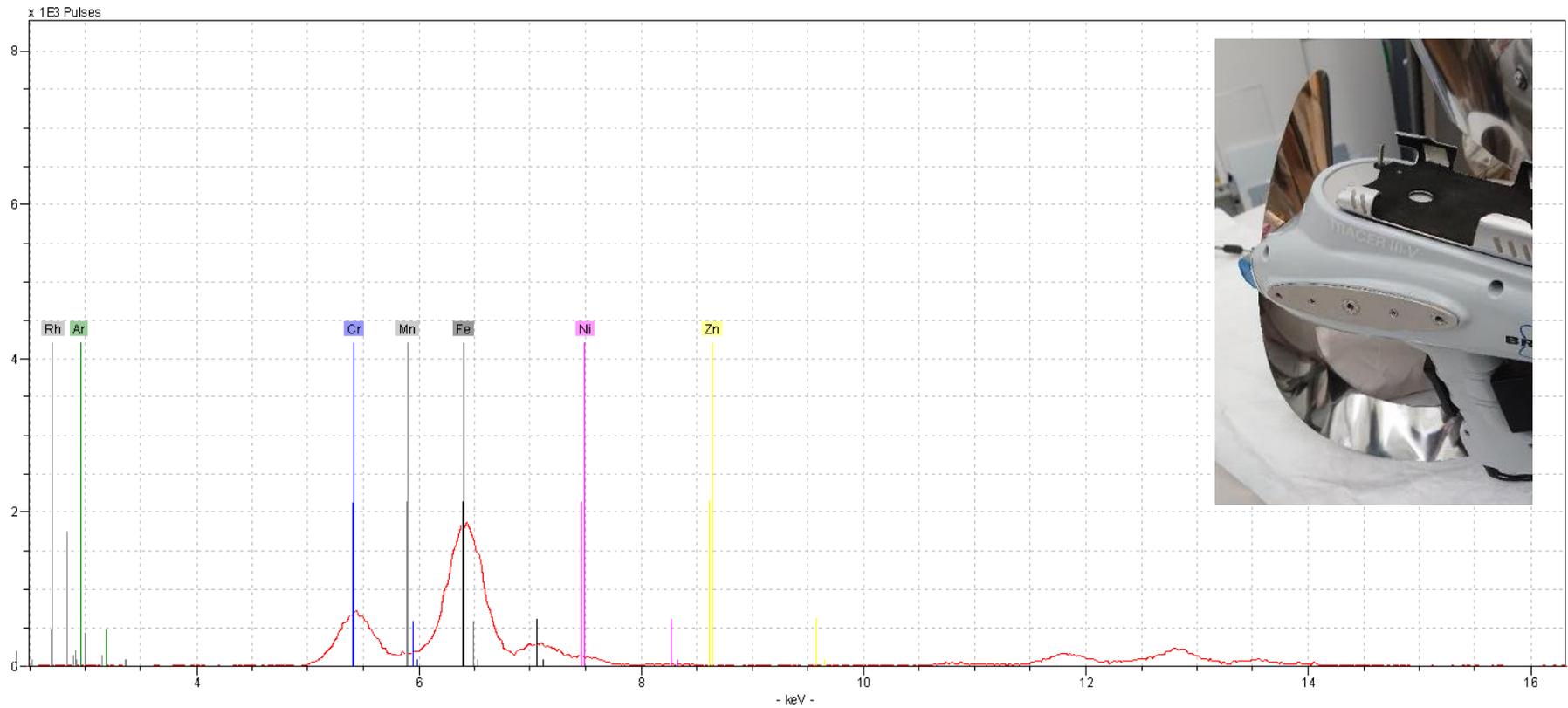
Elementos indicados

Identificação da liga

2006 47 XRF (site A)

Cr, Mn, Fe, Ni, Zn

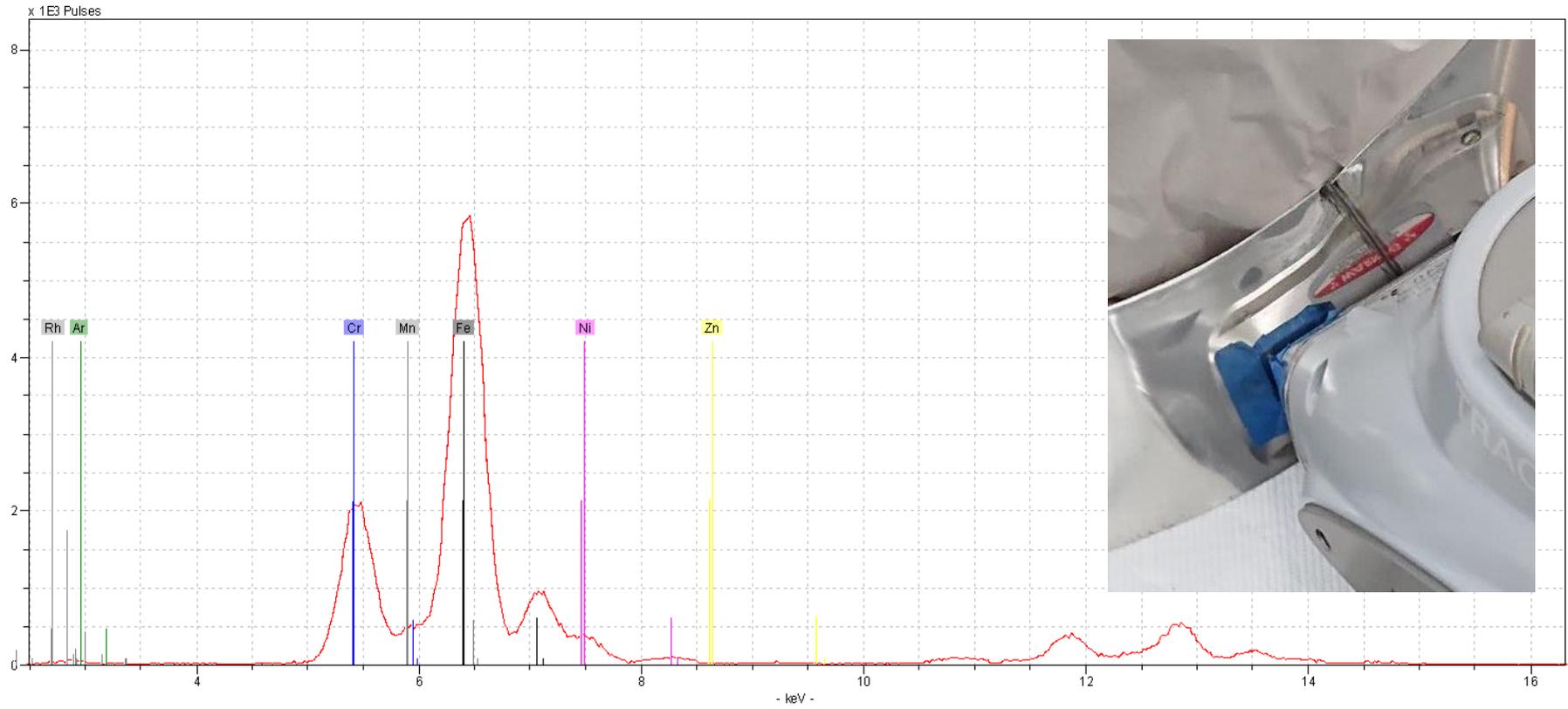
Não identificada.



2006 47 XRF (site E/ sem solda)

Cr, Mn, Fe, Ni, Zn

Não identificada.



ANEXOS

ANEXO 1 – CARTA DA ACLC AUTORIZANDO O REGISTRO E A PUBLICAÇÃO DAS IMAGENS DAS OBRAS ORIGINAIS DA ARTISTA QUE TENHAM CERTIFICADO DE AUTENTICIDADE EMITIDO PELA INSTITUIÇÃO

o mundo de lygia
clark

Rio de Janeiro, 9 de outubro de 2018

A Profa. Dra. Magali Melleu Sehn
Preservação de Arte Moderna e Contemporânea
PPG-Artes EBA/UFMG

Prezada Dra. Magali Melleu,
Ciente de sua carta datada de 10 de julho de 2018, primeiramente venho lhe parabenizar pelo brilhante e inédito projeto que o doutorando em Artes - PPG-Artes EBA/UFMG João Henrique Ribeiro Barbosa está trabalhando.

Gostaria de lhe informar que a Associação Cultural "O Mundo de Lygia Clark" é uma entidade sem fins lucrativos que tem como objetivo, preservar, defender e Certificar a Autenticidade da obra da Artista Plástica Lygia Clark. Entretanto a Associação não tem o direito de autorizar ou não o contato visual e físico com suas obras Originais da artista Lygia Clark de propriedade de terceiros, somente poderemos autorizar o registro fotográfico dos métodos construtivos e técnica de acabamento.

Conforme em destaque no parágrafo anterior, e, obedecendo aos Estatutos da Associação Cultural "O Mundo de Lygia Clark" tal pesquisa só poderia ser realizada utilizando-se como modelo somente obras Originais e portadoras do Certificado Autenticidade fornecido pela Associação desde sua fundação, processo este totalmente gratuito.

Caso não seja obedecido essa premissa, não será possível registrar e publicar fotograficamente qualquer imagem das obras periclitadas.

Desta forma sugerimos que os museus e proprietários das obras a serem analisadas sejam relacionadas com o seu devido número de Certificado de Autenticidade registrado na Associação Cultural "O Mundo de Lygia Clark".

Espero ter lhe dado os esclarecimentos solicitados.

Atenciosamente,



Alvaro Edwards Clark
Associação Cultural "O Mundo de Lygia Clark"
alvaroclark@lygiaclark.org.br
+55(21) 2531-8137

ANEXO 2 – DEPOIMENTO DO COLECIONADOR JEAN BOGHICI À PROFESSORA PAULA CRISTINA TERRA

1

ENTREVISTA COM JEAN BOGHICI - 15/11/93

LADO 1

PAULA CRISTINA TERRA - Pelo que eu li, você teria vivido com Lygia de 58 a 63, é esta a fase?

J.B. - Exato, exato.

P.C. - Tendo sido um períodos dos mais ricos da produção da Lygia, pelo menos da fase que ela passa da pintura para a superfície modulada, para os casulos, dos casulos para os bichos.

J.B. - Exato, exato. E depois para o Caminhando.

P.C. - E depois para o caminhando... Eu acho que essa é uma fase de mudança, como sempre foi o trabalho dela. Mas nessa fase é que ela faz a ruptura com o quadro, com o espaço planar, com a representação, até chegar à participação do espectador, e aí, eu acho, é outra ruptura enorme que o trabalho tem.

J.B. - Eu acho que a participação do espectador é mesmo nos bichos. Lá é que a participação do espectador. A grande inovação dos bichos é que, enquanto as obras de arte não se podia tocar, essas ela pedia para tocar. Se você não tocasse, elas não se elaborariam, entendeu? Então, essa participação do espectador é vital, o espectador que manipula as placas, ele mesmo se ordena por dentro e por fora, ordenando os bichos. Acho que essa foi a grande experiência e a grande realização da Lygia. Independente do aspecto formal da obra, essa elaboração do espectador através da obra, que ela já tinha um toque psicanalítico nisso, é vital. E essa participação do espectador que, entre aspas, a participação de mais espectadores ou do mundo, quer dizer, o lado social, eu acho que ela é pioneira nesse sentido, mais do que o Hélio Oiticica, porque eu me lembro quando foram feitas as primeiras maquetes pequenas de Lygia, ela queria que isso fosse vendido na praça pública, em massa, como se fossem brinquedos de criança. Então, essa participação da obra com o espectador e com multidões, com o povo em geral, é mais ela do que o Oiticica. Claro que Oiticica, eu mesmo chamei o Oiticica, uma vez, assim, de brincadeira, num catálogo - eu acho que do Opinião - o Oiticica é nosso Flash Gordon nacional, ele não voa nos espaços siderais, mas com a capa dele, o Parangolé, ele atravessa camadas sociais. Isso é um pouco verdade. Ele que era neto de anarquista, filho de professor, acabou em plena Mangueira, dançando, e a invenção do Parangolé foi lá. Mas eu acho que a verdadeira participação na arte social é um aspecto, digamos, folclórico da arte social na obra de Oiticica, no meu entender. O da Lygia é mais profundo que a

própria obra. Toulouse Lautrec ia para Moulin Rouge e não dançava muito porque ele era handicapé, mas não quer dizer que ele fazia uma arte social. Ele fazia na realidade, porque toda arte verdadeira é uma arte social. Oiticica podia ter ido na Mangueira ou num night club dançar, não quer dizer que por isso que é obra social. Lygia Clark não ia para boate, não ia para gafieira, essas coisas todas, mas ela fez uma arte social.

P.C. - Como você acha que a Lygia chega a essa questão da participação do espectador dentro da evolução do trabalho dela? Como isso se dá?

J.B. - Eu acho que é muito chato falar de si mesmo quando a outra pessoa não está aqui para rebater ou para confirmar, mas existe um livro dela que ela fez, um livro crucial para compreender a obra dela, é um livro da criação...

P.C. - Foi em 83, não é?

J.B. - Esse livro, um exemplar ela me dedicou e escreveu para quem quiser ler: Preto sobre Branco, devo este meu trabalho a Jean Boghici, porque ficamos juntos... Então, justamente esta fase da Lygia Clark ela elaborou junto comigo, não só tecnicamente, mas mesmo, digamos, o estopim dessa fase foi comigo, porque quando eu a conheci ela já fazia as superfícies moduladas com linha orgânica, já fazia as constelações onde a linha funcionava de uma maneira quase sempre perfeita, trabalhava na superfície, no bordo do quadro, depois de ter rompido a moldura, a modulada superfície, de onde, no fundo, essa maneira de ela de dividir uma superfície simétrica e assimétrica, todo o bicho dela já está aí, só que é "plat", né? Da mesma maneira que, se você olha bem a obra de Miró, todas as formas orgânicas das pinturas de Miró...

P.C. - Estão nas esculturas.

J.B. - Não, estão nas estruturas do Calder. O Calder foi muito influenciado por Mondrian e por Miró. Então, aqueles círculos grandes, a linha assim, quase um vegetal, o equilíbrio, isso parece muito Miró. Até o gênero do Calder em transformar isso em movimento e botar no espaço. E, ainda mais, em inverter completamente a noção de escultura. Ao invés de ser uma coisa com base, ele suspendeu em cima. Grande revolução. E também pode-se dizer que Calder teve sua maneira de participação do espectador porque você começa a mexer, aquilo vai, um equilíbrio que ele próprio determinou. Mas a Lygia Clark não precisou pegar de ninguém. O bicho dela já estava no plano do quadro dela. Mas ela estava em crise, porque no Brasil, naquela época, vanguarda... Essa é que era a verdadeira vanguarda. Nos anos 50, na arte concreta, construída, sobre escultura

brasileira, sobre a incorporação das artes com a arquitetura, pouca gente aqui no Brasil comprava a arte neo-concreta. Então, ela fazia uma obra, parava, dava de presente. Só que comprava era Niomar Muniz Sodré, um ou outro arquiteto. E parava. Então...

P.C. - De certa forma, eu acho que o trabalho da Lygia, quando ela estava trabalhando com a proposta de arquitetura e arte, fusão, e tal...

J.B. - Não sabe onde está a porta. Isso era oriundo da sua linha orgânica que ela tinha descoberto.

P.C. - E também tem um projeto que ela fez, da casa do Mario Pedrosa, isso bem anterior, não é? Quando foi isso?

J.B. - Bem mais tarde. A casa de Mario Pedrosa, ele comprou nos anos 59, 60, ele comprou o terreno lá. Não podia ser antes. Mas essa parte dela de planos que você não sabe onde é a porta, onde é a parede...

P.C. - Eu vi o projeto. É interessante.

J.B. - ... ela bolou isso da descoberta da linha, ela olhou o chão, viu os tacos, começou a olhar a diferença, a linha entre a porta e a parede... Claro, isso ela descobriu através também um pouco da obra de Albers, das constelações, mas ela também viu na vida real, isso existe. Então, ela fez uma espécie de maquetes assim, muito bonitas, fantásticas. Você não sabe onde é a porta, onde é o outro plano...

P.C. - Porque eles são móveis, quer dizer, a divisória se desloca...

J.B. - No começo, ela só fez planos assim, como se fossem uma superfície de quadros, cenários, divididos, modulados, em diversas proporções, uma parte pintada de uma cor, outra... Então, um dos retângulos que se formavam era uma porta que entrava para o outro espaço, mas você não sabia onde era, porque podia ser assim, assim, assim, assim, assim. Este plano era de uma cor, o outro de outro, então não sabia... A gente via uma linha fina que separava a porta propriamente dita, mas o outro plano era percebido por diferença de cor. Então, você não sabia onde era a porta, onde era plano. Isso foi o que ela fez em 54, 55, por aí. Quando eu a conheci ela tinha recebido o prêmio Guggenheim, 58, aqui no Brasil. Então, ela tinha umas formas assim como se fosse linhas coreanos, assim, entre preto e branco, muito simples, muito escultóricos. Você olhava e dizia: Isso é uma escultura. E todos planos dela estavam lá, mas não tinha feito nenhum bicho. Aí ela começou a fazer uma espécie de abrigos, umas casas, uma forma circular com telhado

inclinado, um plano inclinado, que depois ela adaptou na casa enterrada do Mario Pedrosa. Era uma casa que ia fazer eu com ela, para nós, lá. Então, a casa era... Porque lá venta muito.

P.C. - Onde era isso?

J.B. - Na praia da Rasa, hoje em dia, perto do heliporto. Na época aquilo era completamente vazio. Eu descrevi no prefácio de André Cirat sobre esse momento, que é muito interessante. Então, Mario tinha um casebre lá, qualquer, então ele deu um terreno para Lygia. "Este é teu. É para você ficar aqui." Então, ia arrumar dinheiro, íamos fazer a casa, era assim: da superfície, do chão, você só via uma nesga fina, onde eram as janelas, porque a casa era enterrada, porque lá as pitangueiras são muito curvadas por causa do vento. Então, uma coisa que é 60cm do chão, não há vento que derruba nem perturba, e o resto era uma espécie de casamata dentro do chão. Então, também, uma outra idéia era como se fosse um núcleo, com planos que correm um dentro do outro, que armava e desarmava o núcleo central, e em volta era... Esse núcleo central me lembra muito os labirintos do Helio Oiticica.

P.C. - Pois é, isso é que eu ia te falar. Os penetráveis do Oiticica. Aqueles penetráveis do Oiticica, que a parede gira pra lá e pra cá...

J.B. - Mas isso o Oiticica tinha feito quase na mesma época. Mas vamos voltar à questão da participação do espectador e do bicho, porque isso é o que eu acho a fase mais interessante da escultura da Lygia...

P.C. - Agora, teoricamente falando, da mesma forma que você remete a Mondrian... Por exemplo, essas casas que você está falando, essa estrutura ortogonal, com essas pinturas, por exemplo, isso remete a Mondrian num certo sentido.

J.B. - A Mondrian e também remete à arquitetura japonesa...

P.C. - Ah, sim, claro. Agora, o que eu questiono é isso. A minha questão é: havia algum embasamento teórico para essa questão da participação do espectador ou não? Ou era simplesmente uma coisa advinda do próprio processo da obra da Lygia? Como essa coisa aparece?

J.B. - Bom, o problema... Não vamos esquecer o substrato social daquela época, né? Naquela época, não havia ainda o regime militar, mas toda a intelectualidade brasileira, como no resto do mundo, era muito voltada para problemas sociais, digamos, todos eram mais de esquerda, de nascença. Raros artistas... Por exemplo, Van Gogh seria de

esquerda, Gauguin seria de esquerda, entendeu? Eles têm uma tendência, um lado, digamos, ingênuo, um lado bom do artista. O artista tem um lado tenebroso, também. Gauguin, por exemplo, abandonava as crianças dele lá em Taiti, não queria saber... Tratava com muita condescendência as mulheres com quem ele tinha vários filhos, mas ao mesmo tempo era um grande defensor daquela gente de lá. Comprava intrigas com a gendarderia local, era contra o colonialismo de lá. Então, havia na época, no Brasil, uma idéia de que arte não tem de ser só de elite, tem de ser do povo, essa coisa toda. E também inflado mais ainda por um diário de esquerda, que Mário Pedrosa era de esquerda. Lygia, claro, era muito burguesa, de família tradicional, mas o entusiasmo dela era mais para a esquerda do que para a direita, evidentemente. Eu nunca fui de direita, porque se fosse de direita seria um nazista, porque na Rumânia havia um forte movimento de direita ou de esquerda durante a guerra, mas como eu era mais jovem para participar da direita, eu podia ter participado de esquerda, porque entre 30 e 40, muitos intelectuais romenos, como aqui também, alguns foram contaminados por Plínio Salgados da vida, que na Rumânia a mesma coisa. Guarda de ferro, camisa verde, não sei o quê. Porque não vamos esquecer que nacional-socialismo e comunismo que se diz socialista, no fundo ele são irmãos ou primos que brigavam entre si, como judeus e árabes, no fundo são tudo da mesma família, só que um queria da maneira dele, a prosperidade dele contra a oligarquia imperialista americana, o judeu anglo-saxão, mas são, através do povo alemão, eleito, essas coisas, mas alemães se diziam nacional socialistas, eles se cumprimentavam "camaradas", como tovares russos. Eu fui poupado, graças a Deus, desse ideal porque era muito jovem para sê-lo. E como a Rumânia foi vítima também do nazismo e foi obrigada a ir à guerra contra a Rússia e também depois do comunismo, eu, no Brasil, não podia ser nem de esquerda nem de direita. Podia ser bestamente liberal, que era visto mais ou menos. Os artistas de direita eram muito poucos. No mundo, era só Dalí de direita, e olhe lá. Mas, então, eu não tinha nada contra essa participação do povo, e achava bacana isso, porque quando Lygia começou a fazer escultura, quem a ajudou muito foi a gente do povo, aqueles funileiros portugueses, não sei o quê. Eles gostavam. Então, a Lygia um dia disse: Vamos fazer maquetes pequenas assim e vender na praça pública, arrumar um financiador que fazia dez mil exemplares, como se fossem bonecas, para a criança elaborar. Então, havia uma forte tendência de participação do povo...

P.C. - Então, nesse sentido, você atribui essa tendência, esse desejo de participação do público...

J.B. - Dela, também.

P.C. - ... mais como uma razão por esse interesse social mesmo, de levar a arte a todos.

J.B. - Exatamente. Porque o artista, no fundo, gosta que a arte dele seja vista pelo maior número de pessoas. Mas, vamos voltar ao que eu disse antes, que no Brasil, naquela época, o mercado era quase inexistente, não havia grandes compradores, e ela, depois de ter feito a série magnífica rompendo a moldura, linha, Guggenheim, constelações, que ela identificava com a noite profunda. Ela pegava o carrinho dela, Volkswagen, e andava de noite sozinha na cidade. Na cidade naquela época ninguém te assaltava nem nada.

P.C. - E você tinha uma moto, não era isso?

J.B. - Eu tinha uma moto. Ela, não. Ela tinha um Volkswagen...

P.C. - O Jean era um motoqueiro, tinha uma moto, andava pela cidade...

J.B. - Mas isso antes. Antes de conhecer a Lygia.

P.C. - Quando vocês começaram a viver juntos você não era mais o playboy...

J.B. - Não, não. Antes mesmo eu tinha me quebrado num acidente de motocicleta, então fiquei andando só de táxi. Ou ela dirigia o carro dela.

P.C. - E a personalidade da Lygia, como era isso?

J.B. - Eu vou dizer, mas o que eu quero dizer é o seguinte: naquela época, quando o Calder inventou o móbile, mas ele fez móbile de madeira, botou osso, botou vidro quebrado, fez, fez prismas, era uma infinidade de variações que, se fosse Lygia Clark: Ah, já fez móbile, pronto, não faz mais, tem de inventar outra coisa. Não havia um interesse maior do público, não havia mercado, não havia galeria, não havia museus. Eu quero mais móveis. O Calder vendeu a todos os museus americanos. Tem móveis... Então, Lygia Clark era de uma pureza... "Ah, eu fiz um modulado, pronto." Faz duas ou três variantes, acabou, entendeu? Então, nessa condição, ela fez... E quando chegou...

P.C. - Não existia nenhum interesse mercadológico, nenhum interesse comercial?

J.B. - Não havia estímulo. "Ah, já fez isso, já fez aquilo, vai mostrar para o Pedrosa, para o Gullar". Tudo bem. Não havia galerias, porque eu só tinha aberto galerias em 61, Bonino em 59, 60.

P.C. - Tinha a GEA, não tinha?

J.B. - Sim, tinha. Mas a GEA... Havia, e havia também Barsinski, galerias boas. Barsinski era mais de pintura. Enfim, ela não tinha ainda produzido bastante... Bichos havia, mas a pintura dela era uma coisa vista como interessante, experimental, havia o apoio do Jornal do Brasil, evidentemente, do Suplemento B, nascendo lá, mas não havia, da parte dela, encomendas, para ela ficar absorvida de encomendas, como era na Europa, nos Estados Unidos.

P.C. - E vocês viviam como?

J.B. - Fazendo alusão a Calder, seria como se o Calder parasse. Fizesse um móbile vertical, um outro horizontal, e acabou. Não é verdade. Ele fez uma infinidade. Depois ele fez stábile, móbile, juntou base com... Então, quando Lygia fez tudo isso que eu estou dizendo, chegou naquelas superfícies arquitetônicas, assim, tipo disco, muito interessantes, do ponto de vista da forma... Poxa, nem os maiores arquitetos chegaram a essa conclusão que ela chegou. Aí veio uma vez um Patchelli, uma coisa assim, um argentino, que era casado com uma sobrinha dela. Um rapaz inteligente, que tinha uma editora em São Paulo, tinha editado Raimundo de Oliveira e outros livros, e disse: Interessante isso, Lygia, parece uns planos móveis. Ficou no ar essa coisa toda. Aí eu me lembro como agora, a gente sentado no ateliê, Lygia disse assim: Meu trabalho é uma merda. Quando penso que encontrei alguma coisa, os caminhos estão se fechando. Eu, que estava recém namorando ela, queria agradá-la, queria fazer tudo que podia, falei: "Lygia, não é verdade nada disso. Olha aqui. E agora tem a escultura para você. Olha essas formas, isso é uma escultura. Por que não vamos levantar isso do plano?" "Ah, como?" Não sei o quê. Aí eu peguei uma das mais simples superfícies dela e falei: Vamos fazer isso, corta aqui, levanta assim. Vamos pintar por dentro de branco, por cima de preto, inclusive vamos botar duas dobradiças. "Ah, não quero dobradiças." Bom, se não quer, não quer. Me lembrei de uma caixa, sabe? E esse aqui todo fechado, esse parece o ventre de um carneiro, de um bezerro, vamos chamar isso de bicho. Bom, então vamos fazer, e vamos assinar juntos, como se fosse Jean Arp e Sophie Tauber Arp. E tudo bem. Mas eu intelectualmente era muito ligado com isso, porque eu estudei na Escola Politécnica, e técnica não é segredo para mim, de plano, mas esteticamente isso não era meu credo. Meu credo era desenho livre, espontâneo, mais expressionista, entendeu? Queria fazer gente, retrato, mulher nua, figura. Isso não era o que eu sentia para mim. Mas fizemos três. E aí eu falei: Não, Lygia, Isso saiu da sua obra. Aí, tudo bem. Ela depois, no livro dela, fala: Devo a Jean Boghici meus primeiros trabalhos, casulo, não sei o quê. Então, foi aí que começou a saída do plano. Mas aí estava caindo completamente fora do plano. Mas ainda era folha de flandres, pintada. Aí, um dia, ela, no ateliê... Ela trabalhava muito com... Isso livro nenhum vai lhe dizer, que

ele não estava lá. Ela, para fazer a superfície modulada, por exemplo, aparecem aqui muitos falsos dela. Por quê? Porque a superfície de Eucatex, a superfície modulada em si, ela comprava compensado muito fino, de 2mm, desses que os garotos fazem asa de avião aeromodelo, cortava, colava e deixava a distanciazinha para formar a linha orgânica. Depois de colado, ela botava uma madeira, uma moldura por detrás, para não vergar, aí dava um surface jato, ela aprendeu muito bem a trabalhar com pistola. Quando a conheci, ela era mestre em pistola, porque ela aprendeu isso para fazer, quando abandonou pincel e tinta, trabalhou com duco. Ela dava um jato branco, dava uma lixada, aí pegava fita crepe, como todo pintor de geladeira faz, e isolava placa por placa. Então, o que era preto, shhh, pistolava com preto. O que era branco, pistolava com branco. Ela usava as tintas industriais da época, dos automóveis, Duco. Às vezes usava o vermelho. Antes, ela usou cores um pouco diferentes, mas nessa fase era preto, branco, cinza e tchau. E o preto dela era um preto aveludado, porque ela pegava a pistola e dava um tremor, feito um violonista que dá aquele som. Então, aquilo ficava tudo granulado. Aparecem às vezes falsos de Lygia aqui no mercado, porque também a obra dela é um caos. Ela mesma se dizia a fazer duas, três versões de cada pintura, que nunca realizou. Os bichos nunca assinava, não tinha... Então, era um caos a obra dela. Para conhecer, é fogo. Mas, então, aparecem falsos onde em lugar daquele compensado ultra fino, colam Eucatex grosso, às vezes mal, uns juntos, outros separados, e tudo pintado preto, branco, a mesma coisa. Eu vejo na hora: Falso. O cara fica puto da vida. Mas é verdade. Só depois que ela fez essa série de casulos, que ela ficou toda satisfeita, ela já saiu do plano. Ela pegou, um dia, isto aqui, assim, um pedaço do casulo dela, assim, (mostrando)... Devia ter televisão nesta entrevista, hein? Seria melhor. Assim, tá? Ela fez assim, e aqui botou uma fita crepe.

P.C. - Isto ela fazendo em quê? Em papel.

J.B. - É. Assim como estou fazendo agora, com tesoura e fita crepe. Mas isso de um quadro dela. Ainda fez assim, dobrou. Ficou assim em pé. E o outro dobrou assim. Esta parte ela colou assim. Então, ficou duas pirâmides fantásticas. Ela botava assim, assim, assim. "O que você acha?" "Pô, acho genial." "Então, vamos lá para a casa do Mario Pedrosa." E ela levava para a casa do Mario Pedrosa. Aí, não é como estou fazendo agora. O negócio ficava de pé mesmo.

P.C. - Mas levou em quê? Em papel mesmo? Do jeito que está.

J.B. - Não era papel, era compensado durinho. Engraçado, ele (M. Pedrosa) tinha uma bengala que dava uma

bengalada, e o negócio pulava assim. Aí ela começou a fazer. Pegou um modelo que já tinha no plano e foi embora.

P.C. - Quer dizer que o primeiro que ela fez, esse primeiro módulo, ela fez em madeira?

J.B. - Em compensado muito fino, pequeno. Aí depois ela botou alumínio. Aí vinha também minha parte técnica. Vamos fazer em alumínio. Mas vai botar alumínio, por quê? Porque eu, na eletrônica, no rádio, eu fazia muitos suportes de alumínio para botar aparelhos, para interruptores, e anodizava o alumínio, porque alumínio não anodizado... O anodizado dá uma pequena firmeza. E naquela época havia muita esquadria anodizada, começava. Conheci uma fábrica aí no subúrbio... Mas o problema, antes de anodizar, era como unir essas placas. Aí eu me lembrei de dobradiças, evidentemente. "Vamos fazer uma dobradiça." "Mas como vamos fazer uma dobradiça?" É muito simples. Compramos eixos de bicicletas velhas e fizemos assim. Primeiro com a cerinha de aeromodelismo. Fazia assim, fazia assim, assim. Dobrava assim. Dobrava um pouquinho...

P.C. - Ah, eu sei. Como encaixe de caixas. Quando a caixa fecha com outra, que passa por dentro um eixo... Faz como umas dobraduras... Um caixilho...

J.B. - Aí botava um eixo aqui, com uma martelada, dava uma porrada, aquilo ficava. E para ficar melhor, batia mais num torno e ficava mais ou menos. Aí cortava. Isso durou nos primeiros bichos. Tanto que eu reconheço esses feitos com esse serrote tico-tico, que não são muito perfeitos, um é mais aberto... Anodizamos, ficava uma maravilha. Aí nós fomos à Fachada, um português, deve existir ainda por aí, e outro chamado Hélio. O Hélio eu encontrei ainda, está aqui na Rua do Resende. Encontrei ele outro dia, e me abraçou. Eles fizeram uma máquina para se fazer esse zig-zag, fazer automaticamente. Então, botava ali e... Fazia esse zig-zag perfeito. Para dobrar, usava ainda esse sistema no torno. Então, o negócio estava feito. Aí usamos... Me lembro quando fomos para França, compramos alumínio G3, um duro alumínio francês, muito bom. Na época, era alumínio que se fazia os aviões mais sofisticados, placas, uma fortuna para trazer para o Brasil. E aí anodizava muito bem. A maioria dos bichos são feitos assim. Aí depois veio a Bienal, não sei o quê. Arrumamos outro, chamado Osvaldo, um mecânico, que trabalha na aviação, ele também ajudava para fazer os bichos. Naquela época, já tinha a minha galeria, eu não podia ficar o tempo todo. Mas eu ia no ateliê e diziam: Ih, está de novo na siderurgia. Aí depois arrumamos um Sidônio, também, porque essas placas se faz isso tudo, mas depois tem que, numa lixadeira, lixar elas perfeitas, polir para poder anodizar. Mas nunca encontramos um material que não arranhe. Porque o problema da Lygia era também manipulação. Passa para cá, para lá, de

vez em quando lá no eixo começa a arranhar. Mas, enfim, é uma diferença radical, fantástica, e a maioria das pessoas que tinha as obras dizia: Puxa, eu sou louco pela esculturas da Lygia Clark porque a minha empregada todo dia mexe, todo dia fica diferente, todo dia é diferente, fica uma maravilha. Então, justamente essa grande idéia de participação do espectador, digamos, que seria no fundo um diário social, veio através de uma estética da Lygia Clark.

P.C. - Que dizer, essas coisas estavam imbricadas aí. A questão estética, a questão formal e o interesse em que essa coisa fosse para se mover...

J.B. - Exato. E para se mostrar a mais pessoas. Mostrar a um maior número de pessoas.

P.C. - Todo artista tem um lado assim um pouco vaidoso, não é? Você, que é marchand,...

J.B. - Um pouco, não.

P.C. - Um pouco, não. Muito.

J.B. - Você é muito modesta.

P.C. - Eu ouvi, entre outros depoimentos, uma coisa que eu não consegui muito definir, essa coisa da personalidade da Lygia como artista, porque algumas pessoas dizem assim: Não, a Lygia era vaidosíssima. Ela ligava para os jornais, pedia entrevistas, queria estar sempre na imprensa, não sei o quê, ba, ba, ba. Tá? E outras pessoas que dizem: Não, a Lygia era super fechada, ela não tinha preocupação com essa coisa de aparecer ou de mostrar ou de expor, ou de não sei o quê. Como você acha? Como era a Lygia, para você? Como você via isso? Quer dizer, essa necessidade você já falou, que ela fazia as coisas e levava para o Mario Pedrosa, para o Ferreira, e tal. Porque aí, também, era uma aprovação que ela estava buscando das pessoas com quem ela acreditava...

J.B. - Mas, é claro. Mario Pedrosa, o Ferreira Gullar, participavam da elaboração dessas obras, participaram, deram apoio integral. Então, ela tinha de mostrar para essas pessoas. Era o primeiro... Mostrava a mim, quando estávamos, depois de sete ou oito horas, estávamos sempre até duas horas da manhã, juntos.

P.C. - Foi uma grande paixão.

J.B. - Claro, não nego, por que não? Mas às vezes você tem paixões assim, repentinas, carnais. Com a Lygia Clark, ela era uma moça muito fina, muito elegante, bonitinha... Eu gostei outro dia de Paulo Francis, que falou que viu a exposição da Lygia Clark em Nova Iorque, se

lembrou dela, como ela era *la jolie madamme du Brésil*. Era exatamente o que me deu. Mas o que eu mais gostei nela é que eu tinha um interlocutor com que eu podia falar de tudo, de pintura, de literatura, de arte. Ela não era sectária...

P.C. - Mas como era essa inteligência da Lygia? Porque ela não era letrada, ela sempre fala nas entrevistas que ela não era letrada.

J.B. - Ela não era letrada porque ela estudou no colégio dela, no ginásio dela, ela era de uma ilustre família mineira, onde todos são muito inteligentes. A irmã dela, Sonia, é muito inteligente, escreve bem. Tem pessoas que nunca frequentaram grandes universidades mas têm uma vivência. Ela tinha uma intuição, uma vivência fabulosa. Tem gente que tem isso, é inato, né? E outros que são livrescos. Ela não era livresca. Ela lia, sim. No outro dia me lembrei, que a gente ficava adorando a entrevista do Duchamp que apareceu na revista Globo em 62. Quando eu fui a Nova Iorque, eu encontrei essa revista já esgotada. Realmente tem coisas muito interessantes que o Duchamp diz lá. Então... Filme... Nós adorávamos cinema. Iamos sempre ver Fellini, Antonioni. Tudo. Ela gostava disso, participava disso.

P.C. - Godard, né?

J.B. - Godard, claro. Enfim, ela era uma pessoa ligada com a vida, ela gostava, nós íamos à gafeira, com Jaguar, dançar. Não era de boate granfina...

P.C. - Mas na gafeira vocês iam?

J.B. - Iamos, como não? Naquela época a gente passava até Ano Novo na gafeira. Até o Pierre Restany vinha para cá e a gente levava ele a tudo que é gafeira. Hoje em dia...

P.C. - Já conheciam o Restany naquela época?

J.B. - Claro, ele veio aqui na inauguração de Brasília. Foi lá na casa da Lygia...

P.C. - Foi naquele congresso de críticos em 59, que o Mário organizou em Brasília.

J.B. - Exato. Então, Lygia Clark eu a conheci em 52, ela tinha 32 anos, juvenzinha. Pés descalços. Eu trabalhava na cidade, todo de gravata, gerente de uma grande loja, magazin. Eu passava e via as exposições. Eu trabalhava em frente ao Museu de Belas Artes, na casa Mazé Rodin, a casa de um homem muito rico, Clemente Mariani, que gostava de arte. Eu trabalhava na loja dele, de eletricidade, geladeira, gravador, eletrodomésticos. Era gerente lá. E todo dia dava uma escapulida na cidade porque toda a vida

artística era na cidade, era no Vermelhinho, não sei o quê. E fui ver a exposição dela no Ministério de Educação em 52. E ela não era muito alta, de estatura mediana, mas bem proporcionada. Então, ela, de pés descalços, me pareceu ainda mais baixinha. E achei interessante, uma moça com o cabelo todo assim, feito espanhola, com um perfil bonito. Achei bonito. Arrumada mas com pés descalços. Igual à condessa. Ela me mostrou os quadros dela, eu gostei mais ou menos, eram umas redes, entre abstrato e figurativo, porque ela tinha vindo de Paris. Nunca mais a vi. Depois vim a conhecê-la melhor em 57, 58. Já fazia aquela coisa dela mais importante, em pintura. Então...

P.C. - E onde vocês se conheceram?

J.B. - Ela saía com Albino, Jaguar, eu, ela, Olga, Glaucio Rodrigues - ela foi a primeira mulher dele. Então, ela tinha uma vida social e artística importante.

P.C. - Nessa época você ainda não tinha a galeria, não, não é?

J.B. Não, não tinha a galeria. E ela era, claro, já tinha participado da exposição neo-concreta, ela se outorgava, com toda razão, o título da primeira dama da arte neo-concreta. Porque separaram. Achavam que paulistas não entendiam o que eles estavam fazendo, porque faziam forma seriada, que era diferente de neo-concreto. Então, ela era a grande sacerdotisa do neo-concreto. Ela não deixava por menos. Ela queria que as pessoas reconhecessem esse lugar pioneiro dela. Ela tinha bom relacionamento com a imprensa, com Niomar, com Jayme Maurício, com Reinaldo Jardim... Então, ela estava em todas, evidentemente...

P.C. - Então, existia um pouco esse lado vaidoso.

J.B. - Claro que existia. Tem uns artistas que não querem saber de nada, mas ela não era assim. Ela era militante, digamos assim, do neo-concreto. Ela era muito atacada. O neo-concreto, Mario Pedrosa, era um grupo que... Mas ela era muito aberta, porque ela gostava de arte primitiva, gostava de desenhos de loucos, crianças, ela gostava.

P.C. - Ela porventura ia ao Museu do Engenho de Dentro?

J.B. - Ia. Ela era muito rica de família. Depois que o pai dela morreu, ela teve uma herança muito grande.

P.C. - Foi quando isso?

J.B. - O pai dela morreu depois que eu não estava mais namorando ela. Acho que foi em 67, por aí.

P.C. - Mas vocês viviam como?

J.B. - Ela era muito rica, porque tinha casado também com um engenheiro rico, Clark. O pai dela era dono de quase metade de Belo Horizonte, muito rico. Mas ela, quando estava em Paris, era muito elegante, o marido queria comprar um castelo para ela. Ela tinha Vieira da Silva, tinha obras importantes, casa muito chic, montada na Prado Junior com Avenida Atlântida. Naquela época não havia ainda boates, era uma coisa muito chic. Mas, aos poucos, ela tinha vinte apartamentos de renda. Pouco a pouco, quando eu a conheci, ela já tinha vendido quase todos os apartamentos dela, para viver só para a arte dela. Me lembro que a casa dela era mais esculhambada, ela tinha vendido Vieira da Silva para...

P.C. - Quando vocês moraram juntos, vocês moravam onde?

J.B. - Eu nunca morei junto com ela.

P.C. - Vocês não moravam juntos? Vocês só namoravam? Era cada qual na sua casa? Você tinha a sua casa e ela tinha a dela?

J.B. - Claro. Eu nunca morei com ela. Almoçávamos quase sempre juntos, jantávamos. Ela ficava na minha casa. Ela tinha dois filhos pequenos...

P.C. - Ela morava com as crianças?

J.B. - Claro, e eu morava sozinho. Ela às vezes passava a noite comigo, ia de manhã em casa. Ficava às vezes à noite, quando íamos ao cinema. Nós saíamos juntos a toda parte, em sociedade, viajavamos para Recife, Europa, Bienal. Mas não morávamos juntos. Primeiro, ela era desquitada e eu era desquitado. Então, tecnicamente não fomos nunca casados, mas éramos um casal moderno, no sentido que todo mundo aceita sem questionar. Mas ela, quando eu conheci, a casa dela... Outro dia encontrei uma foto dela. Vou mandar restaurar. Ela linda, toda elegante, com um Vieira da Silva desse tamanho atrás, a irmã dela também. Todo mundo muito elegante. Quando eu a conheci, já...

P.C. - Ela foi amiga do Rubem Braga? Ou não? Porque eu vi na assinatura do livro da exposição de 52 do MEC, e tinha a assinatura do Rubem Braga.

J.B. - Ele era muito amigo dela, claro. Mas quando eu a conheci, o tapete era roto, já não ligava para muita coisa...

P.C. - Quer dizer, ela foi deixando esse lado meio dondoca, né?

J.B. - ... mergulhado na cabeça. E que dividia o ateliê com ela, para ela não ficar sozinha, era uma espécie de aluna dela que fazia uma coisa diferente, e depois fez uma coisa ainda mais diferente, era Ana Schultz, polonesa, também trabalhava no cantinho assim. Ana vinha, aquela coisa toda...

P.C. - Mas o ateliê era na casa dela, nesse apartamento da Prado Junior.

J.B. - É. Quem freqüentava muito, aqui do Rio, era Rubem Valentim, que morava aqui, era Raimundinho Amado, um rapaz da Bahia, era Theon Spanudis, que vinha de São Paulo, era Mario Schemberg, Dacosta...

P.C. - E com o Hélio? Quando é que você lembra dessa relação com ele?

J.B. - Eu já conheci Hélio através da Lygia Clark, em 58, fomos a uma exposição na Bahia de arte neo-concreta. Então, nós fomos para lá, fui eu...

P.C. - Foi a Bienal da Bahia? Então, não deve ter sido em 58, porque...

J.B. - Em maio de 58.

P.C. - .. neo-concreto foi de 59 a 61, né?

J.B. - 58 ou 59, não me lembro exatamente. Eu sei que foi lá o marido da Lygia Papi, Gunther Papi, eu e mais outras pessoas, pá, pá, pá. Aí dei entrevista no rádio. Mas o Oiticica estava lá. Foi aí que eu conheci...

P.C. - Na exposição da Bahia?

J.B. - É. Claro.

P.C. - Ué...

J.B. - Apresentou duas tábuas que se afinam, que eu chamava de calças...

P.C. - Relevo espacial.

J.B. - Mas aí conversei com ele, ficamos muito amigos imediatamente. Toda hora ele vinha aqui, Mario Pedrosa, na casa de campo, na casa dele. Lygia tinha 35, ele tinha 21, 22, eu tinha 30...

P.C. - Lygia era mais velha do que você?

J.B. - Ela tinha 6 anos mais do que eu. Então, Oiticica, também. Nós gostávamos muito. Uma vez ele sumiu de casa. Foi uma tragédia. Sumiu, ninguém sabia onde estava...

LADO 2

J.B. - ... Mario (Pedrosa), Mary (Vieira), eu, Lygia, Pape...

P.C. - O Mario era vizinho do Hélio, era isso?

J.B. - A filha dele.

P.C. - A Vera, tá.

J.B. - Ficamos de vigília a noite inteira. A Ligia Papi agitadíssima. Ele sumiu. Ele tinha ido naquela boate Alfredão, sabe onde?

P.C. - Não, nem ouvi falar nisso.

J.B. - Alfredão era uma boate famosa na época. Meio gay, não sei o quê. E a polícia pegou ele. Depois largou.

P.C. - Tinha sido preso.

J.B. - Tinha sido preso. Foi preso à noite, foi ser relaxado no dia seguinte de noite. Então, já se corria vários boatos, porque ele morava numa rua do Jardim Botânico, lá em cima, ainda muito em construção, terreno baldio com mato até aqui. Então, disseram que ele tinha dado em cima de uma empregada e um nortista jurou que ia matá-lo. Aí nós procuramos o cadáver do Oiticica em tudo quanto é canto. Uma loucura. De repente, no dia seguinte de noite, depois de ter batido em todas as delegacias, ele aparece, subindo a ladeira. "Eu não falei? Não quero aquela sopa, não sei o quê..." Porque ele sempre brigava com a mãe dele. Falava da sopa da mãe dele antes de qualquer coisa. Nos deu um susto muito grande.

P.C. - Mas a relação do Hélio com a Lygia, como era?

J.B. - Maravilhosa, fantástica, não podia ser melhor.

P.C. - Eles tinham um diálogo muito grande, não é?

J.B. - Claro.

P.C. - Você acha que mesmo na produção do trabalho dos dois, essa coisa era importante?

J.B. - O Hélio era muito independente. Ela não era influenciado por Lygia, mas onde, digamos, teria um certo encontro entre dois, do ponto de vista formal, alguns relevos espaciais, pontiagudos, lembram uma arte mais construída, concreta, como os casulos da Lygia, lembra com o ângulo do Amilcar. Não digo que não lembre. Mas depois que Diticica entrou nas caixas, nos bólides, no Parangolé... No Caminhando, quando a Lygia deixou de fazer os bichos dela, entrou mais no conceitual, na arte de corpo, aí podemos dizer que talvez aí havia mais entrosamento entre os dois.

P.C. - Isso então foi depois do neo-concreto, né?

J.B. Depois do neo-concreto e depois do meu período. Quer dizer, quando eu me separei, briguei... Nunca brigamos, mas quando me separei da Lygia, eu acho que também caiu um pouco... Eu era muito o suporte dela no sentido técnico de ver, anodizar, essa coisa de bicho... Éramos muito ligados. Ela parou com os bichos. Fez algum tempo depois, refez com Sidonio... Outro dia encontrei a assinatura dele em outras coisas que ela fez em 79, com Sidonio, mas já não era mais a mesma coisa. A cabeça dela tinha mudado. Ela fez durante anos psicanálise. Quando começamos a namorar, ela me deu o ultimato: ou você faz psicanálise ou eu não namoro com você. Eu não tinha muito dinheiro para pagar psicanalista e achava isso uma babaquice.

P.C. - Ela fazia psicanálise aqui no Rio?

J.B. - Fazia há anos. Tinha casado antes com um psicanalista, o Marcondes. Então, para contentá-la, comecei a fazer análise com Hélio Pelegrino, mas ficamos tão amigos que já não deu mais para fazer análise, porque éramos amigos demais. Mas me serviu bem, porque eu entendi muito o mecanismo da psicanálise...

P.C. - Paulo Marcondes, é isso?

J.B. - Azélio Marcondes. Um cara muito legal. Mas eu entendi bem as vantagens e limitações da psicanálise. Mas depois ela não fez questão mais. Mas então, já no mundo, a cabeça era outra, já havia...

P.C. - Mas por que ela achava importante essa coisa da psicanálise?

J.B. - Porque ela achava que foi a psicanálise que abriu ela em relação à família... Ela tinha uma personalidade fantástica...

P.C. - O pai dela?

J.B. - O pai dela. Tanto ela e a irmã, até hoje, é uma personalidade extraordinária.

P.C. - Jair Lins.

J.B. - Jair Lins. Ele tinha no quintal dele uns 10 Rolls Royce, Mercedes, o diabo. Consertava sozinho. Andava com um chapéu furado por uma bala. Eu conheci ele. Ele gostava de mim porque ele gostava de mecânica. Ele me viu com a Lygia, ficou todo satisfeito. Ele guardava num cofre blindado pé-de-moleque. Era um cara esquisito. Toda a família era esquisita. Tinha outro, Pimentel, que, para dormir, tinha de pensar que o mundo era uma catástrofe, que a Terra foi colidida com um asteróide extraordinário, todo mundo morria. Então ele dormia satisfeito. Então, a família era meio tantan.

P.C. - E de onde veio o dinheiro dessa família, Jean?

J.B. - Bom, eu não sei de onde vem. Vem de imobiliária. O pai dela era bom, tinha quase metade de Belo Horizonte. Eu sei que ela - voltando como ela vivia - ela vivia uma vidinha modestamente, já tinha liquidado quase metade - se não digo metade, mais da metade dos apartamentos dela. Já havia começado a inflação naquela época, toda hora ela ia no Lar Brasileiro, que administrava os imóveis dela, para pegar dinheiro. E gastava um dinheirão. Alumínio, anodização, e isso, isso, aquilo tudo. E tinha um carro modesto, um pequeno Fuscão, ainda alemão, que ela chamava de "meu alemão", tinha um cachorro, Blitz, para os filhos brincarem lá. A filha morava com a mãe. E o apartamento, que era ultra luxuoso, ficou assim meio roto. Ela não ligava a mínima. E estava lá, vivendo a vida dela. Depois, ela fez um concurso e entrou como professora de escola de surdos e mudos, em Laranjeiras.

P.C. - Por que isso?

J.B. - Para poder ter mais dinheiro. (Não quer mais uma cerveja? Dá mais uma cerveja.) Eu, evidentemente, naquela época não era muito rico, eu tinha o meu apartamento, era um dos donos da Galeria Relevô, mas também não era... Estava no começo, evidentemente. Jantar, viagens, tudo eu pagava. Na época não se dividia como hoje em dia. Mas ela tinha a vida dela, os filhos dela, tudo isso. O marido dela dava uma pensão, nunca entrei nesse detalhe. Eu sei que, depois da morte do pai, ela herdou uma boa soma de dinheiro, essa coisa toda.

P.C. - Mas nessa época ela já vendia alguma coisa?

J.B. - Muito pouco.

P.C. - Quem comprava?

J.B. - Comprava Jorge Moreira, arquiteto... Ela fez uma exposição na Bonino em 61... Isso é outra história. Quando nós fomos à Bienal de Veneza, em 62, ela já tinha uma boa coleção de esculturas de bichos. Como toda a arte dela era dobrável, botamos duas ou três numa mala, eu já tinha a galeria no Rio, tinha feito Doratzo, uma bela exposição, tinha muito trânsito com aqueles marchands italianos, críticos... Também era mais afoito, mais jovem, ávido de fazer alguma coisa, sobretudo pela Lygia, não por mim. Aí eu levei a escultura dela para um grande crítico e artista plástico, Michel Seuphor, ele mesmo desenhista e criador interessante. Ele seja talvez o pai de "Os Sotos". Se você vê os desenhos dele, parece Sotos. Ele ficou louco, achou uma maravilha. Aí demos um de presente para ele, evidentemente. Aí depois fomos num...

P.C. - Vocês deram um bicho de presente para o Michel Seuphor?

J.B. - Ele queria comprar. Não, dado!

P.C. - Isso na Bienal lá em Veneza ou vocês tinham até a França?

J.B. - Fomos à França. Depois eu quis apresentá-la ao Jean Arp. Para isso eu tenho testemunhas. Uma foi Camargo...

P.C. - Sergio Camargo?

J.B. - Fraz Weissmann, Lygia e eu.

P.C. - Para ver quem?

J.B. - Para ver o Arp. Escultor, escultor, escultor, marchand. Ele disse. Isso é uma maravilha, uma novidade, fantástico. Ficou louco.

P.C. - Isso em Paris.

J.B. - Em Paris, lá no Meudon, onde eles moravam. A mulher dele estava viva, a segunda mulher dele, porque Sophie já havia morrido. Começamos a fazer a fundação deles. Ela deu e até hoje está na fundação do Jean Arp.

P.C. - Olha que incrível! Isso foi quando, Jean, em 62, nessa época da Bienal?

J.B. - É. Aí eu vi que...

P.C. - Mas o que o Sergio Camargo e o Franz Weissmann estavam fazendo em Paris?

J.B. - Sergio Camargo vivia em Paris. Ainda não tinha descoberto aqueles pãezinhos dele.

P.C. - O que ele fazia?

J.B. - Fazia uma arte, uma escultura meio informal, como se fosse uma âncora encontrada no fundo do mar, cheia de areia, uma coisa assim. Nunca mais vi essa coisa. Tanto que eu e ele... Ajudei ele para carregar no Salão da "Jeune Sculpture", em Petit Palais, essa escultura. Ele morava em Val. E o Francis Heissman estava numa crise filha da puta, e pegava terra, amassava alumínio, fazia assim. Tudo informal. O choque do informal era muito grande naquela época, né? E o Franz Weissmann estavam rodando na Europa. Aí alugamos um carro, ela, Lygia e eu, e fomos para a Bienal, andamos toda a Itália, Florença, fomos ver Bologna, vimos Morandi na casa dele...

P.C. - Morandi, vocês foram visitar o Morandi?

J.B. - É.

P.C. - Por enquanto, esses contatos com o Morandi... Porque o Pedrosa conhecia o Morandi, né? Tinha alguma coisa a ver, ou não?

J.B. - Não. O Morandi, eu quis ver, porque eu já tinha feito uma exposição de Loraccio na galeria, e queria comprar uma obra do Morandi. Então, o Pedro Loraccio e Murilo Mendes me mandaram: Vai lá, fala com o Morandi. Se tiver ainda alguma coisa... Aí o Mario Pedrosa, claro, era amigo dele, já tinha dado uma obra, e Gunter Tabs já tinha ido para comprar uma coisa, ele não tinha. E um amigo meu tinha ido, comprou um, fez até um filme sobre ele.

P.C. - Sobre o Gunter?

J.B. - Não. Sobre o Morandi. Gunter quis comprar mas não tinha. Então, eu fui lá, me recebeu muito bem, nos mostrou um pequeno desenho de um Enrico Soto que tinha salvo do incêndio em 50 e não sei quando, no Museu de Arte Moderna de Nova Iorque. Ele telefonou para ele e disse: O seu desenho está salvo. Ele nos falou da admiração que ele tinha pela obra de Rousseau e, de fato, tinha as flores de Rousseau, que lembra a fase metafísica do Morandi. Ele falou: Boghici, tudo o que eu faço... já está aqui uma lista de encomendas. Eu virei para a Lygia Clark: "Esperar dois, três anos na fila para comprar um quadro". Aí ele me deu uma gravura dele de presente. Foi até simpático. Me contou sobre o nazismo, o que ele achava sobre a pintura engajada, essa coisa toda. "Olha, os fascistas durante a guerra me chamaram para ver a exposição que eles organizaram. A mesma coisa. Porque havia socialistas soviéticos, os deuses nazistas, de

Niebelungen, ou então os fascistas querendo também, inventando a Roma antiga. Ele disse que olhou tudo. "O que o senhor diz, Mestre?" "Eu falei: Com esta pintura, vão perder a guerra." Eu achei a coisa mais genial. "Com essa pintura vão perder a guerra." É uma merda. Bom, aí fomos lá, saímos de lá, fomos para Paris, justamente. E ali que nós... Na época, o Restany. Tinha vários aspectos para a obra da Lygia, mas ele estava na cabeça com o realismo dele, com Klein, que acabava de morrer lá...

P.C. - Yves Klein?

J.B. - É. Acabava de morrer há pouco tempo antes. É isso aí. Voltamos. Eu fui para Nova Iorque ver uma exposição dela, de Americano aventureiro. "Ah, fantástico, Lygia Clark, maravilha, quero fazer uma exposição." Encontrei esse catálogo. Então, eu tinha um primo meu que morava em Seattle, que eu não via desde a guerra. Ele era oficial do Exército romeno, se rendeu aos americanos, fugiu, e depois trabalhou para os americanos, casou com um condessa russa, emigrante, e foi para os Estados Unidos. Era professor de língua russa. Agora estão em Honolulu. Mas eu não via ele há mais de 20 anos. "Precisamos nos ver. Daqui há pouco vou para Honolulu, é longe pra burro lá." Eu disse: "Ah, eu vou lá." Já na época o meu namoro com a Lygia não estava muito bom. Eu fui para Nova Iorque dar um tempo, aí fui para Nova Iorque. Também queria ver Pop Art, que estava explodindo. Em 63. A Louis Alexander Gallery queria fazer a exposição da Lygia Clark. Eu não estava muito quente para isso. Uma galeria nova, que está abrindo...

P.C. - Pois é, porque ela fez uma exposição nesse... em 60 e poucos...

J.B. - Quem?

P.C. - A Lygia.

J.B. - Pois é, é essa. Tenho o catálogo. Ninguém tem. First Show (Exhibition) in United States, que ela botou assim.

P.C. - Como era?

J.B. - First Show (Exhibition) in United States. Lygia Clark.

P.C. - Mas então foi você quem arrumou essa exposição?

J.B. - Não, eu não arrumei. Ele viu na Bienal de Veneza, não sei o quê, em 62...

Lygia? P.C. - Mas então na Bienal já teve, em 62, a

J.B. - Claro, claro.

P.C. - É?

J.B. - Acho que tinha. Acho que tinha, sim.

P.C. - Porque eu me lembro que ela ganhou um prêmio na Bienal da Veneza em 68, que teve uma sala especial.

J.B. - Mas isso era diferente. Mas antes ela tinha os bichos dela. Eu sei que até nós ficamos amigos do Nevelson. O cara que descobriu, não me lembro do nome.

P.C. - Nevelson?

J.B. - Louis Nevelson. Americano. Eu sei que ele, não sei como descobriu, não posso dizer exatamente. Posso me lembrar, mas... Foi tudo fácil. Como eu também ia para os Estados Unidos, para Nova Iorque, e depois ia para Seattle... "Vou ver, vou dar um controle de qualidade." Ela fez uma exposição, teve catálogo, em 63, mas a Pop Art estava batendo na porta da audiência européia. Mas lá eu conheci gente muito interessante. Conheci um pintor La Cople americano que adorou as coisas dela e conheci André de Bois. Este é gênio. O maior marchand europeu, que descobriu Dubuffet, Wolls, e que tinha sido sócio do Leo Castelli na primeira galeria que eles tiveram juntos depois da guerra, Galerie na Place Vendome, em Paris. Galerie René Dorin, que lançou Wolls e Dubuffet. Um cara importantíssimo. Ele ficou maravilhado, gostou.

P.C. - Mas então a exposição já era de bichos?

J.B. - Só de bichos. Tem até uma fotografia de um americano manobrando um bicho. Não me lembro onde está essa fotografia. Fui para Seattle, voltei, teve uma repercussão mínima.

P.C. - Aqui não teve repercussão?

J.B. - Não.

P.C. - Lá também não?

J.B. - Não. Aí eu voltei, já tinha feito uma exposição na Galeria Bonino, e sempre com a esperança que Alfredo Bonino levasse a exposição para os Estados Unidos, o que nunca aconteceu. E ela ficou um pouco amarrada com Bonino, sabe? Aí depois se desamarrou, porque ele não fez quase nada...

P.C. - E você? Nunca fez nenhuma exposição dela na galeria?

J.B. - Eu não podia fazer, porque quando eu abri a galeria ela tinha esse contrato verbal com o Bonino. Como eu ia fazer? Temos ética, né? Nunca os que eu expunha, Gerchman, Antonio Dias, expuseram lá. Então, era recíproco.

P.C. - Quer dizer, os artistas estavam vinculados a um marchand e às galerias?

J.B. - É. Ele tinha feito esse contrato verbal com a Lygia antes de eu abrir a minha galeria. Então, não deu. Mas eu era muito amigo do Bonino, da Madame Bonino, até hoje. Bonino fez uma bonita exposição aqui no Rio, mas não levou adiante o sonho de fazê-la uma vedete americana.

P.C. - Sonho dela.

J.B. - É, porque ele é um marchand internacional, sem dúvida. Tem ligações na Itália, tinha galeria em Buenos Aires, em Nova Iorque, podia ter feito alguma coisa. Mas nem para os amigos argentinos deles ele não fez. Fez alguma coisa, mas nenhum estourou como Botero. A época também era diferente, entende? Hoje esses artistas da nova figuração argentina estão na exposição Modernidade e Artistas do Século XX latino-americanos. Mas nenhum, digamos, estourou, como Botero, como Claudio Bravo.

P.C. - Mas você acha que esse... O que tem a ver o Botero e o Claudio Bravo com essa coisa da Bonino.

J.B. - É porque nenhum dos artistas do Bonino não estouraram internacionalmente, compreende?

P.C. - Tá, tá. Como estourou o Claudio...

J.B. - Exato. Latino-americanos...

P.C. - Sim, mas hoje em dia. Na verdade, esse estouro é uma coisa recente, é uma coisa de 80 para cá...

J.B. - Mas a Lygia Clark não estourou. Não estourou e talvez só se tivesse vivido em outro país, talvez ela pudesse ter sido uma grande artista, reconhecida internacionalmente. Não foi, infelizmente não foi.

P.C. - É, mas enfim, hoje os trabalhos dela estão nas mostras de arte.

J.B. - Sim, estão, mas não dá esse IBOPE. Põe um quadro dela num leilão, ninguém sabe quem é. Bota um desenho do Oiticica, ninguém sabe quem é. Vai comprar um que vê a

exposição. Agora, bota um Claudio Bravo, um Botero, esses mais conhecidos, o mundo inteiro compra. Não penetrou ainda.

P.C. - É, mas eu acho que é coisa por pouco. Eu lembro que, no ano passado, eu tenho um amigo colecionador, e ele estava esperando que saísse um catálogo da Christie, da mostra latino-americana, que aparecesse um trabalho da Lygia.

J.B. - Apareceu.

P.C. - Apareceu? Ano passado? Na Christie?

J.B. - Não, na Christie não.

P.C. - Pois é, porque ele estava esperando, ele achou que fosse sair no ano passado, entendeu? Porque ele acha que vai... que está faltando um pouquinho só. Porque ele acha que dentro do mercado internacional, como você não tem mais espaço para vender nem de expressionistas abstratos americanos, nem os grandes mestres, não tem mais quem compre um Cezanne, enfim...

J.B. - Como não tem quem compre?

P.C. - Não tem dinheiro, não tem mercado.

J.B. - Vendeu agora um Cezanne por 12 milhões de dólares.

P.C. - Sim, Jean, mas é uma coisa que, para os colecionadores, é inacessível. Não estou falando dos museus, estou falando dos colecionadores. Como os colecionadores estão precisando, num certo sentido, que surja uma nova arte que seja acessível para as coleções. A arte latina, num certo sentido, aparece como tal. Não é por aí que Frida Kahlo, a Remédio Varos, enfim...

J.B. - Mas aí é mexicano. Tudo que é mexicano é a dois passos dos Estados Unidos. Agora, com esse acordo...

P.C. - Sim, mas entre o mexicano e o latino-americano, como um todo... Você está entendendo o que eu quero dizer?

J.B. - Há Matisse de 1 milhão de dólares, minha filha. Uma Frida Kahlo de 1 milhão de dólares? E Lygia Clark nunca vai fazer 1 milhão de dólares, por enquanto, porque, infelizmente, esta é que é a verdade. Daqui a pouco esse programa pela unificação de mercados, América do Norte, Estados Unidos, Canadá e México...

P.C. - Já saiu ontem.

J.B. - Tinha de sair mesmo. Daqui a pouco, vai entrar Venezuela, Chile, Argentina, e o Brasil com esse programa de esquerda saudosista, estatizante, vai ficar chupando pirulito. Agora, independente disso, os artistas mexicanos sempre tiveram um acesso maior nos Estados Unidos, todo mundo sabe. A biografia da Frida Kahlo também ajuda. Af...

P.C. - Mas o fato de a Lygia estar sendo exposta nessas exposições, por exemplo, que foram para o Pompidou, para o Moma, isso não ajuda, num certo sentido?

J.B. - Ajuda, mas ainda é pouco.

P.C. - Agora, você sabe que no ano que vem, na Bienal, vai ter uma sala Lygia Clark.

J.B. - Tudo isso é muito bom. Di Cavalcanti nunca sonhou na vida dele que ele ia vender um quadro nos Estados Unidos. Di não gostava da América, dizia que preferia Paris, não gostava, nunca expos em Nova Iorque, de repente os quadros dele estão... No último leilão agora vai ter um quadro de 150 mil dólares. Está mal, né, quando deveria vender por 3 milhões de dólares.

P.C. - Sim, mas essa subida de preço é uma coisa muito recente. Se você pega o histórico dos quadros da Frida no preço... O primeiro quadro vendido foi, sei lá, 20 mil dólares. Para passar para 1 milhão...

J.B. - Acho isso formidável, mas é uma coisa ainda lenta. Não é por aí... É melhor do que nada, mas não é por aí que a Lygia Clark vai ser reconhecida. Para ser reconhecida, primeiro tinha de ser reconhecida aqui. Fazer aqui. Depois, ela vai para fora. Aqui tem de fazer. Mas, por exemplo, Oiticica tem uma coisa muito boa. Ele tem a fundação dos irmãos dele. Nada escapa do controle deles. Está tudo registrado, este apartamento, que alguém cuida... Isso não acontece com a Lygia Clark.

P.C. - Mas agora o MAM está com o arquivo Lygia Clark que, de certa forma, está com as obras, está com todo o material, está organizado...

J.B. - A Lygia Clark, ela mesma, botou bagunça na obra dela. Ela mesma mandou fazer réplicas de quadro, que isso não se faz. Ela mesma...

P.C. - Pois é. Você sabe alguma coisa a respeito disso? Porque eu estive em São Paulo, e estive lá no Adolpho Leirner, que fez a coleção e tal. E aí o Adolpho me disse que o "Ovo" era um quadro único. Mas que teve uma exposição na Raquel Arnaud, e a Lygia até estava viva, e até autorizou a reprodução do "Ovo".

J.B. - Exatamente. Isso é uma estupidez. Ela pensou que podia fazer várias versões de cada quadro.

P.C. - Por que isso?

J.B. - Ela achou que a obra dela estava menos de um elemento particular na execução...

P.C. - Quer dizer, pelo interesse dela, pela multiplicidade, para todo mundo ter acesso... Quer dizer, isso virou um uso da coisa dos galeristas, num certo sentido, que se aproveitaram dessa ideologia.

J.B. - Ela mesma que aceitou. Não foram os galeristas. Ela mesma aceitou.

P.C. - Tá. Quer dizer, ela aceitou por esse lado ideológico todo...

J.B. - Não era para ganhar dinheiro, claro...

P.C. - Ela chegou a ganhar dinheiro com a arte, você sabe?

J.B. - Muito pouco. Vendeu alguma coisa para o Pitanguy, vendeu umas dez esculturas para mim, depois, há uns 10 anos atrás.

P.C. - Você tem algum trabalho da Lygia?

J.B. - Tenho, bastante.

P.C. - O que você tem?

J.B. - Tenho duas esculturas grandes, um trepante, uns três bichos pequenos, tenho uns quadros. Podia ter mais, mas é isso aí.

P.C. - Tá, mas tem essa história desse contrato com Paulo Klabin que ela reproduziu os bichos?

J.B. - Ela fez umas placas... Mas, ela fez umas esculturas com Paulo Klabin, e eram muito pesadas. Em lugar de alumínio, botaram placas de cobre niquelado, cromado. Pô, ficou uma coisa pesada. Ainda bem que fizeram pequeno. Mas as coisas não se refazem mais. Aquelas coisas da época, mesmo, desculpe dizer, fodidas, vão ser relíquias.

P.C. - Quando você me falou desse texto do Duchamp, que você trouxe, eu fiquei pensando... Porque o Duchamp tem uma proposta dele de quem acaba de ler a obra é o espectador, né? Então, eu fiquei pensando em quanto isso teria a ver ou não, porque no fundo, no fundo, essa proposta

do Duchamp, de liberdade, cada um relê da forma que quer, a coisa do jogo de xadrez...

J.B. - É, mas a obra do Duchamp não é uma obra expressionista, é uma obra de cabeça.

P.C. - Exato, eu fico pensando se teria uma relação com essa coisa da Lygia, entendeu?

J.B. - Não, não. Lygia tinha respeito por Duchamp...

P.C. - Essa liberdade, entendeu?

J.B. - Agora, isso pouca gente sabe, que o quadro que o Duchamp deu para Maria Martins, de quem era muito amigo, era uma espécie de caixa, com madeira, e ninguém sabia o que era, uma espécie de borrão. Fizeram uma análise e descobriram que aquilo era esperma dele. Ele tocou uma punheta e deu para Maria Martins.

P.C. - Que loucura!

J.B. - Estou dizendo porque é verdade.

P.C. - Que loucura!

J.B. - Líquido espermático.

P.C. - Ela era modelo, né? A Maria Martins.

J.B. - A modelo ideal. Ele adorava ela.

P.C. - Até aquele (Étant Donnés) que tem um lugar para olhar pelo buraco da fechadura.

J.B. - Ele também se influenciou por isso, porque Lygia Clark tem um relevo, onde olha assim de lado, por um burquinho.

P.C. - É mesmo? O que era isso?

J.B. - Quem tem esse relevo é Wilys de Castro. Ela deu para Wilys de Castro esse relevo.

P.C. - Jura?

J.B. - É. Esse relevo com um sulco interrompido, mas do lado tem um canal assim curvo que vai lá de um lado para outro do quadro. Porque como ela trabalhava com a borda do quadro, ela também quis trabalhar na espessura do quadro, não só da superfície.

P.C. - Então, ela fez um trabalho desses e deu para o Wyllis. Deve estar com a família ou com o Barsotti.

J.B. - Está com o Basoti. Aliás, agora vi uma exposição do Barsotti, é puro Lygia Clark, toda de concreto. É as constelação da Lygia, aquele formato da Lygia, me lembra muito. Só que é colorido, diferente.

P.C. - Aquilo já vem da pesquisa do Barsotti.

J.B. - Mas essa maneira de expor, porque a Lygia Clark queria aqueles pretos, redondos, expostos juntos, formando constelações...

P.C. - Sextavados, que formam um diálogo, uma conversa, e tal. Agora, é interessante também a participação desses paulistas aqui, no neo-concreto, né? Porque o Barsotti estava contando que na verdade eles eram meio alijados do grupo concreto, né?

J.B. - Eles tinham o grupo deles. Um grupo de São Paulo, diferente.

P.C. - Pois é. Ele disse que o Ferreira foi lá um dia, viu o trabalho deles, do Wyllis, porque eles tinham um ateliê juntos, e os convida para expor aqui na (exposição do neo-concretismo). O que não fica muito claro para mim, Jean, é que...

J.B. - Estavam todos no mesmo barco, eram concretos.

P.C. - Sim, mas não havia essa coisa de movimentos. Não. Movimento, enfim, era uma proposta de trabalho, cada um tinha a sua, entendeu?

J.B. - Mas eles tinham uma coisa em comum, que era a arte construída, da teoria de Mario Pedrosa, que o Brasil é um país novo, tem carteira de identidade, ter nascido em 2 de abril de 1900, arquitetura da época de Brasília. Eles queria fazer uma arte construída, racional, mas o concreto do Rio era mais místico, como Lygia Clark, não era aquela forma seriada. Parece que ele não gostava do concreto.

P.C. - Como a Lygia foi parar nessa coisa de terapia? É uma coisa curiosa, porque para a época...

J.B. - Ela sempre fez psicanálise, então, de tanto se psicanalizar, ela mesma achou que, através da arte sensorial... Deixou os bichos, depois o Caminhando, depois fez um túnel, associou com o útero, com sonhos que ela tinha, com o livro da Virgem, que encontrei outro dia. Era assim...

P.C. - Doce Rio.

J.B. - Tudo isso ela elaborou numa teoria dela. Botava pedra na barriga do Luís Buarque de Hollanda. Deu uma de curandeira, também. É um lado místico dela, mas não místico tipo hindu ou esotérico, lado místico inconfessado, lado como os alemães dos anos...

P.C. - Então, essas coisas da Lygia era uma coisa interior, que é dela.

J.B. - Porque o trabalho levou ela. Uma coisa leva a outra.

P.C. - Porque o Hélio, fico pensando nessa coisa da tese e tal, o Hélio é esse cara que estava muito referenciado com textos, com teóricos, com...

J.B. - Isso era completamente diferente de Lygia Clark.

P.C. - E a Lygia, você vê... O Hélio, o tempo inteiro, os textos críticos dele, ela está citando, ele está comparando, ele está discutindo arte formal, as idéias do Mondrian, entendeu?

J.B. - A Lygia também podia discutir, mas a Lygia era ela própria. Ela não tem nada dos outros. Ela podia sentir alguma coisa e falar como se fosse doutora num assunto, sem conhecer bem o assunto. Mas ela tinha esse lado intuitivo que, aliás, ajudou ela para descobrir a pintura dela, sair da moldura, romper, tudo isso, foi a própria intuição dela que levou... No começo, teve aquele empurrão do Léger, mas o próprio trabalho dela elaborou ela. E a psicanálise ajudou ela a entender o lado psíquico com o lado estético dela. Então, disso surgiu...

P.C. - Você acha que a Lygia é um pouco isso. A evolução do trabalho dela somada a essa consciência. E essa consciência teria vindo da psicanálise.

J.B. - Alguma coisa.

P.C. - Ela nunca parou de fazer psicanálise, né? Você continuou tendo contato com ela, depois que vocês se separaram?

J.B. - Claro, muitas vezes. Em Paris, em 70, me lembro, ia com Soleil muitas vezes em Paris, porque ela estava morando num apartamento simpático, cedido pela Ville de Paris, para artistas. E tinha problemas de dinheiro, porque recebia, não recebia...

P.C. - E ela escrevia. Eu me lembro de umas cartas para o Hélio, dizendo: Estou trabalhando com os materiais mais que eu encontro, saco, porque não tenho dinheiro.

J.B. - Uma vez ela telefonou para... Eu telefonei: Vem cá, vem correndo... Aí eu cheguei, ela estava chorando: Olha onde eu estou, que aconteceu? Ela tinha derramado o açúcar e estava tudo no chão. Ela com a colher pegando o açúcar para guardar de novo. Isso é mais uma atitude.

P.C. - Uma situação de pobreza, tendo de guardar o açúcar que derramou. Nessa época não tinha mais a grana da família?

J.B. - Tinha, mas chegava com atraso, sabe como era, tinha dificuldade para mandar dinheiro.

P.C. - Ela estava onde? Na Sorbonne. Isso de certa forma já teria garantido...

J.B. - Tinha um apartamento cedido pela Ville de Paris. Estava tudo OK.

P.C. - Esse apartamento onde ela morava era cedido pela Ville de Paris.

J.B. - Claro. Perto do Cais do Sena, praticamente.

P.C. - São esses apartamentos para ateliês, para artistas.

J.B. - Muito bom, bem centralizado...

P.C. - E isso ela consegue através dessa...

J.B. - Do trabalho dela. Ela fazia conferências na Sorbonne.

P.C. - Mas ela não ganhava como professora da Sorbonne?

J.B. - Mas ganhava muito pouco.

P.C. - É? Que coisa...

J.B. - Ela dava uns cursos lá, não era professora contratada.

P.C. - Jean, então não era suficiente para viver?

J.B. - Não. Bom, eu infelizmente vou ter de interromper, tem outro artista, Cicero Dias, está com 87 anos. Eu tenho de ver ele, estou fazendo um livro sobre a vida e obra dele, e temos de conversar.

ANEXO 3 – RELATÓRIO DE IDENTIFICAÇÃO ELEMENTAR FEITA COM EQUIPAMENTO DE FLUORESCÊNCIA DE RAIOS-X PARA *BICHO MÁQUINA* (1962) – MFAH

**MFAH / THE MENIL COLLECTION – Scientific Laboratory
X-ray fluorescence spectroscopy report**

Accession number: 2005.470	Institution: The Museum of Fine Arts, Houston	
Artist/Maker: Lygia Clark	People/Culture: Brazilian	
Title/Description & Date: Bicho (máquina) (1962)		
Analysis ID: 2005 470 XRF 1	Project serial number: March.2020.2	
Report author: Cory Rogge	Date of report: 03/17/2020	Page

The Lygia Clark sculpture *Bicho (máquina)* (1962) was analyzed by X-ray fluorescence spectroscopy to help identify elements present in the metal. The bulk metal of the sheets is likely aluminum. Although the catalog description indicates that the work is "gilded metal" no gold is detected; the presence of zinc and copper suggests that it may be brass plated instead. The zinc could also relate to a zincating step commonly used in electrochemical plating of aluminum. The nickel may also relate to this step as this element is sometimes added to the zincate solution.

The thickness of the metal sheets were measured with a digital micrometer and are 1.3 +/- 0.4 mm thick (n=11). The metal wire used in the hinges is non-magnetic and is 2.18 +/- 0.08 mm in diameter (n=4). The majority of the hinges are 5 cm in length, however the ones at the extremities of the object are 2 cm and those in the center are 2.3-2.4 cm (see diagram).

ANEXO 4 – RESULTADOS DE IDENTIFICAÇÃO ELEMENTAR FEITA COM EQUIPAMENTO DE FLUORESCÊNCIA DE RAIOS-X PARA *BICHO MÁQUINA* (1962) – MFAH

MFAH / THE MENIL COLLECTION – Scientific Lab

X-ray Fluorescence Spectroscopy Results

Analysis ID: 2005.470.XRF.1 Project serial number: March.2020.2

Accession number: 2005.470 Institution: The Museum of Fine Arts, Houston

Artist/Maker: Lygia Clark Title / Description: Bicho (máquina) (1962)

People/Culture: Brazilian

Instrument / Analysis Parameters

Sample ID: Sample description:

Analysis location:

File name: 2005_470_40kV_14uA_Air_180s_A to F Acquisition date: 3/16/2020

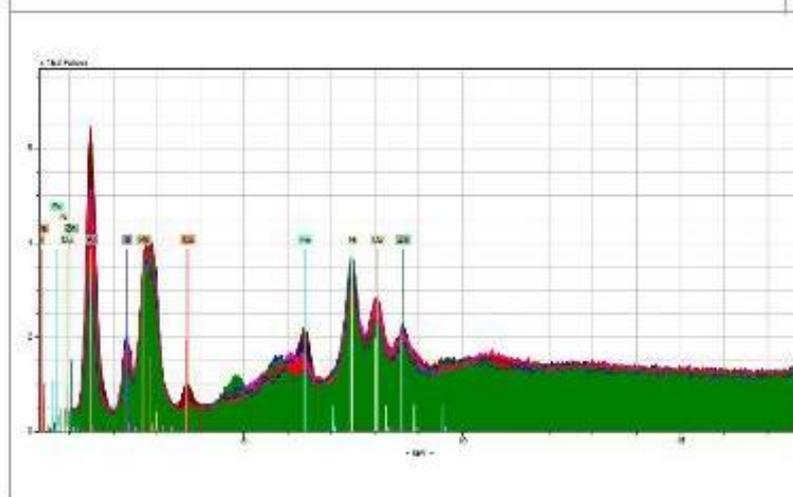
Instrument Operator: Cory Rogge Instrument: Tracer (Bruker, MFAH)

Anode: Rh Accelerating potential: 40 kV Current: 14 uA Live time: 180 s

X-ray optic: Aperture 2.41 mm Filter: None Atmosphere: Air Vacuum He Channel width: eV/ch

Results		Elements Detected										Al	Si	P	S	Cl	
Na	Mg												Yes	No	No	Yes	No
No	No																
K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br		
No	Yes	No	No	No	No	Yes	No	Yes	Yes	Yes	No	No	No	No	No		
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo			Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb			
No	No	No	No	No	No			No	No	No	No	No	No	No			
Cs	Ba			Ta	W			Ir	Pt	Au	Hg		Pb	Bi			
No	No				No			No	No	No	No		No	No			

The bulk metal is likely aluminum. No gold is detected, so the sculpture is not gilt, and the presence of zinc and copper suggests that it may brass plated instead. The zinc could also relate to a zincating step commonly used in electrochemical plating of aluminum. The nickel may also relate to this step as this element is sometimes added to the treatment zincate solution. Sulfur also appears to be present. Zinc sulfate and nickel sulfates are sometimes used, so the sulfur may derive from the plating process, although this hypothesis would have to be confirmed experimentally.



ANEXO 5 – RELATÓRIO DE IDENTIFICAÇÃO ELEMENTAR FEITA COM EQUIPAMENTO DE FLUORESCÊNCIA DE RAIOS-X PARA *TREPANTE* (1965) – MFAH

**MFAH / THE MENIL COLLECTION – Scientific Laboratory
X-ray fluorescence spectroscopy report**

Accession number: 2006.47	Institution: The Museum of Fine Arts, Houston	
Artist/Maker: Lygia Clark	People/Culture: Brazilian	
Title/Description & Date: <i>Trepante</i> (1965)		
Analysis ID: 2006 47 XRF 1	Project serial number: March.2020.3	
Report author: Cory Rogge	Date of report: 03/17/2020	Page

The metal element in the Lygia Clark sculpture *Trepante* (1965) was analyzed by X-ray fluorescence spectroscopy to identify elements present in the alloy. The sheet metal is likely a stainless steel based upon the co-detection of iron and chromium. Nickel, an element used to increase corrosion resistance is also present. In the absence of appropriate standards and calibration curves the percent composition of the alloy cannot be determined.

The thickness of the metal sheet was measured with digital calipers. It is 0.52 +/- 0.05 mm (n= 7). As the metal sheet was cut mechanically there may be physical deformation of the cut edge that increases the measured thickness. There are three locations on the sculpture where the metal was joined in a seam through physical folding of the edges. The two seams in the center of the spirals are 3.4 cm long, the single seam in one of the bottom edges is 4.8 cm.

ANEXO 6 – RESULTADOS DE IDENTIFICAÇÃO ELEMENTAR FEITA COM EQUIPAMENTO DE FLUORESCÊNCIA DE RAIOS-X PARA *TREPANTE* (1965) – MFAH

MFAH / THE MENIL COLLECTION – Scientific Lab

X-ray Fluorescence Spectroscopy Results

Analysis ID: 2006.47 XRF 1 Project serial number: March.2020.3

Accession number: 2006.47 Institution: The Museum of Fine Arts, Houston

Artist/Maker: Lygia Clark Title / Description: Trepante (1965)

People/Culture: Brazilian

Instrument / Analysis Parameters

Sample ID: Sample description:

Analysis location:

File name: 2006_47_40kV_14uA_Air_180s_A to F Acquisition date: 3/16/2020

Instrument Operator: Cory Rogge Instrument: Tracer (Bruker, MFAH)

Anode: Rh Accelerating potential: 40 kV Current: 14 uA Live time: 180 s

X-ray optic: Aperture 2.41 mm Filter: None Atmosphere: Air Vacuum He Channel width: eV/ich

Results		Elements Detected											Al	Si	P	S	Cl	
Na	Mg													No	No	No	No	No
No	No													No	No	No	No	No
K	Ca		Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br		
No	No	No	No	No	Yes	?	Yes	No	Yes	No								
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo			Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb				
No	No	No	No	No	No			No	No	No	No	No	No	No				
Cs	Ba			Ta	W			Ir	Pt	Au	Hg		Pb	Bi				
No	No			No	No			No	No	No	No		No	No				

The presence of chromium and iron suggests that the metal may be a stainless steel. Nickel, an element that is often added to steels to help prevent corrosion is also present. The peaks at 10.88 is a Cr Ka sum peak, 11.86 is a Cr Ka + Fe Ka sum peak, 12.86 is an Fe Ka sum peak and that at 13.5 is a Fe Ka+ Fe Kb sum peak.

