

**A PRESENÇA DAS COLAS PROTEICAS NA ESTRUTURA DAS OBRAS
SACRAS**

**THE PRESENCE OF PROTEIN GLUES IN THE STRUCTURE OF SACRED
WORKS**

**LA PRESENCIA DE LAS COLAS PROTEICAS EN LA ESTRUCTURA DE LAS
OBRAS SACRAS**

Túlio Vasconcelos Cordeiro de Almeida¹
tuliovcalmeida@gmail.com

Luiz Antônio Cruz Souza²
luizac.souza@gmail.com

RESUMO

Este estudo é resultado de uma pesquisa sobre propriedades mecânicas de colas proteicas, tanto aquelas tradicionais, frequentemente citadas em diversos receituários e tratados antigos, como alternativas e novas possibilidades, em função da realidade brasileira. Para tanto, essas técnicas foram resgatadas de autores europeus antigos, como Ceninni, Nunes e Velloso, e contemporâneos, como Segurado e Fleury. O objetivo foi avaliar propriedades de resistência mecânica das colas, através de ensaios de cisalhamento, e criar um “Banco de Colas” de origem animal, possibilitando o conhecimento dos diferentes materiais utilizados ao longo do tempo. A metodologia se constituiu na mensuração da resistência mecânica das colas animais em função de sua matéria-prima. Os materiais coletados dessas espécies foram avaliados através de ensaios destrutivos. Os resultados laboratoriais da pesquisa serão compartilhados através de atividades de arte e educação (oficinas, conferências e eventos científicos), além de publicações de artigos em revistas científicas.

Palavras-chave: colas proteicas; cola animal; resistência mecânica; cromatografia.

ABSTRACT

This study is the result of research on the mechanical properties of protein glues, both traditional ones, often mentioned in different recipes and old treatises, and alternatives and new possibilities, depending on the Brazilian reality. Therefore, these techniques were rescued from

¹ Doutor em Arquitetura e Urbanismo pelo Programa de Pós-Graduação da Escola de Arquitetura e Urbanismo da UFBA. Professor de Conservação e Restauração de Pintura e Escultura da EBA/UFBA. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3658240905848334>.

² Graduação em Química pela Universidade Federal de Minas Gerais (1986), Mestrado em Química-Ciências e Conservação de Bens Culturais pela Universidade Federal de Minas Gerais (1991), Doutorado em Química pela Universidade Federal de Minas Gerais (1996), Estágio Pós-Doutoral na Universidade de Perugia, Itália junto ao Centro SMA. Art sob a coordenação do Prof. Antonio Sgamellotti (2014). Professor permanente do PPGArtes/EBA/UFMG, e do PACPS/Escola de Arquitetura/UFMG, coordenador do Laticor/EBA/UFMG, Professor titular do curso de graduação em Conservação-Restauração de Bens Culturais Móveis, EBA/UFMG. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7052822499655835>. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3241-211X>.

ancient European authors, such as Ceninni, Nunes and Velloso, and contemporaries, such as Segurado and Fleury. The objective was to evaluate the mechanical resistance properties of the glues, through shear tests, and to create a Bank of Glues of animal origin, allowing the knowledge of the different materials used over time. The methodology consisted of measuring the mechanical strength of animal glues as a function of their raw material. The materials collected from these species were evaluated through destructive tests. The laboratory results of the research will be shared through art and education activities (workshops, conferences and scientific events), in addition to the publication of articles in scientific journals.

Keywords: protein glues; animal glue; mechanical resistance; chromatography.

RESUMEN

Este trabajo es el resultado de una investigación sobre las propiedades mecánicas de colas proteicas, tanto aquellas tradicionales, a menudo mencionadas en diversos recetarios y tratados antiguos, como nuevas posibilidades, considerando la realidad brasileña. Por ello, esas técnicas han sido rescatadas de autores antiguos de Europa, como Ceninni, Nunes y Velloso, además de contemporáneos, como Segurado y Fleury. El objetivo ha sido evaluar las propiedades de resistencia mecánica de las colas, a través de ensayos de cizalla, y crear un Banco de Colas de origen animal, posibilitando conocer distintos materiales utilizados a lo largo del tiempo. La metodología consistió en medir la resistencia mecánica de las colas animales en función de su materia prima. Los materiales colectados de estas especies fueron evaluados a través de pruebas destructivas. Los resultados de laboratorio de la investigación serán compartidos a través de actividades de arte y educación (talleres, conferencias y eventos científicos), además de la publicación de artículos en revistas científicas.

Palabras clave: colas proteicas; cola de animales; resistencia mecánica; cromatografía.

1 INTRODUÇÃO

Esta investigação teve como propósito a busca das propriedades mecânicas das colas proteicas utilizadas como aglutinantes em diversas técnicas artísticas da pintura, escultura, marcenaria marchetada do mobiliário e também como adesivo na carpintaria da construção civil, religiosa e militar, e que são citadas constantemente nos diferentes receituários, um tema ainda pouco abordado e que necessita de avaliação científica. A história técnica desses adesivos é resgatada dos antigos tratados europeus, escritos por Cennini (1437), Nunes (1615), Velloso (1799), e contemporâneos, como Segurado (1904) e Fleury (1908). Foram consultados especialmente aqueles documentos referentes à tecnologia empregada no período medieval, principalmente os que serviram de guia nas formulações desenvolvidas no Brasil Colônia.

Os estudos tecnológicos desenvolvidos nesta pesquisa investigaram a resistência desses adesivos, utilizados nas técnicas aquosas, considerando suas variações e funções específicas no decorrer dos séculos.

Nesta investigação, foram estudados processos antigos da fabricação de colas proteicas, tecnologia oriunda de remotas culturas, hoje esquecidas nos receituários ancestrais. Foram eleitas, para a pesquisa, diferentes partes de animais, como boi, bezerro (vitela), cavalo, cabra, ovelha, coelho e peixes, armazenadas em “banco de colas proteicas” e utilizadas nos ensaios laboratoriais, para aferir a resistência da aderência, com medição digital de força.

De imediato, este projeto de pesquisa foi amparado pelo Laboratório de Ciência da Conservação – Lacicor, do Centro de Conservação e Restauração de Bens Culturais Móveis – Cecor, da Escola de Belas Artes da Universidade Federal de Minas Gerais, em Belo Horizonte, grande centro de referência do Brasil em conservação e restauração de bens móveis.

Os ensaios de cisalhamento, orientados Prof. Dr. Edgar Vladimiro Mantilla Carrasco, do Departamento de Tecnologia do Design da Escola de Arquitetura da UFMG, receberam o apoio do Prof. Dr. Rodrigo Barreto Caldas, Coordenador do LAEES – Laboratório de Análises Experimental de Estruturas da Escola de Engenharia da UFMG.

O ajuste entre a proposta de pesquisa e as “Unidades da UFMG” foi reforçado pelas intenções do proponente de realizar análises laboratoriais com o apoio tecnológico para os ensaios de dissolução dos colágenos, tão necessário para o cumprimento da pesquisa. As atitudes colaborativas dessas Unidades tornaram mais consistentes os resultados dos exames, aprofundando-se, por conseguinte, o nível das discussões.

2 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

2.1 Pesquisa acadêmica

A pesquisa aborda procedimentos na manipulação de materiais proteicos, técnicas oriundas do passado, que foram avaliadas cientificamente para a ampliação do conhecimento sobre essas tecnologias. As informações foram resgatadas de antigos tratados, como *O Livro da Arte*, obra do artista italiano Cennino Cennini, que é o primeiro e mais completo compêndio sistemático sobre pintura, escrito no século XV (1437). Exprime a praticidade dos manuais da Idade Média, com informações importantes, desde o período de Giotto de Bondone (1266-1337), que era pintor e arquiteto. Em suas composições, utilizava nova forma de expressão pictórica, envolvendo representações das vidas dos santos. Torna-se o precursor da pintura renascentista. Nesse estudo de Cennini, podemos encontrar as primeiras informações sobre o emprego de colas animais.

De grande importância para as investigações, foi também a obra do português Felipe Nunes, intitulada *Arte da Pintura: Symmetria e Perspectiva*, publicado em 1615 (século XVII), que confirma e adota as técnicas apresentadas no tratado de Cennini.

Em *A Arte de Brilhantes Vernizes*, publicado em Portugal, João Stooter, no século XVIII (1729), aborda a natureza e a origem de ingredientes importantes, constituindo excelente fonte de informações para pintores, escultores e tintureiros.

Ainda do século XVIII, para conhecimento sobre as colas de origem animal, tem-se disponível o tratado *Arte de Fazer Colla Forte*, de Mr. Duhamel, publicado em 1799, obra que descreve, em detalhes, o processo de preparar colas proteicas, editada pelo frade franciscano José Mariano Conceição Velloso, ordenado no Convento de Santo Antônio do Rio de Janeiro. Frei Velloso era naturalista e botânico, foi professor de História Natural e, por recomendação do Vice-Rei do Brasil, D. Luís de Vasconcelos, produziu a obra *Florae Fluminense*.

Em relação aos aglutinantes utilizados nas técnicas de douramento, foram consultadas as obras: *A Arte de Dourar*, de Francisco Liberato Telles de Castro e Silva, publicação portuguesa do ano de 1900, complementando-se com o *Tratado Prático para Dourar em Madeira*, obra de Paulo Fleury, publicada no Rio de Janeiro e Paris no ano de 1908.

A obra do engenheiro português João Emílio dos Santos Segurado, *Acabamentos das Construções*, que faz parte da Biblioteca de Instrução Profissional e cuja quarta edição foi publicada pela Livraria Bertrand de Lisboa em 1904, traz excelentes informações sobre a existência das colas proteicas, principalmente sobre a utilização do grude na marcenaria.

Além do mais, existem estudos contemporâneos como a Tese de Doutorado de Eva López Zamora intitulada *Estudio de los materiales y procedimientos del dorado a través de las fuentes literarias antiguas* (2007), além de informações extraídas de outros antigos tratados sobre pintura.

2.1.1 Importação de animais mamíferos para o Brasil colônia

Diante dos dados históricos pesquisados, podemos mencionar que as colas proteicas utilizadas na Província brasileira eram adesivos originários de animais mamíferos de progênies importados da Europa como bovinos, ovinos, caprinos, equinos e, talvez, o coelho selvagem (*Lepus cuniculus*), desembarcados no Brasil a partir de 1549, data da fundação da Cidade do Salvador. No início da colonização, as espécies transportadas do Continente Europeu eram procedentes das Raças Autóctones de animais portugueses e espanhóis.

Os primeiros exemplares das espécies bovinas são provenientes do *Bos primogenius*, hoje representantes da progênie Alentejo, Arouquesa e Barrosã, vindos através da Ilha de Cabo Verde, trazendo, para o nosso continente, importante patrimônio genético. São raças com rusticidade, aptidão de carne e leite, como também disposição para tração animal.

Foi necessário recorrer a informações sobre as espécies predominantes na Europa, no Período Renascentista, tendo em vista a importação também de materiais coletados desses animais e enviados para as colônias através do comércio de medicamentos e especiarias desenvolvido pelos Drogueiros que importavam e comercializavam também da Europa diversos materiais como: pigmentos, gesso *sotille*, carbonato de cálcio, cola de peixe, cola de coelho, resinas, goma arábica, livro de ouro etc.

As efigies das castas bovinas europeias foram identificadas através das gravuras de mapas antigos, contidos na publicação *Mapa: Imagens da Formação Territorial Brasileira*, editada pela Fundação Odebrecht (1993), uma valiosa coletânea de imagens de cidades que pertenciam à Província de Pernambuco no período colonial (figura1).

Figura 1 – Carro de boi na cidade de Sirinhaém-Pernambuco.



Fonte: Detalhe da gravura de Jan van Brosterhuisen, desenho de Frans Post, 1645 (ADONIAS, 1993, p.176).

Outas representações utilizadas também como materiais comparativos foram extraídas dos painéis azulejares portugueses do século XVIII, existentes na parte superior do claustro do

Convento de São Francisco de Salvador, Bahia, atribuído à oficina de Bartolomeu Antunes, em Portugal.

As imagens que inspiraram os painéis azulejares fazem parte de uma coletânea de reproduções das gravuras do livro *Theatro Moral de la Vida Humana y de toda la Philosophia de los Antiguos Modernos*, originárias das estampas de Otto van Veen, com primeira publicação em 1608. Os azulejos são 37 painéis importantes do nosso patrimônio artístico, repletos de informações iconográficas de cenas bíblicas da Escritura Sagrada do Antigo Testamento, além de outros painéis com cenas de caça, pescaria e paisagens, que retratam elementos da flora e fauna.

Como representantes dos mamíferos com que trabalhamos, foi escolhida a inserção, neste artigo, de apenas imagem do coelho, apresentado simplesmente como um componente silvestre, sem representação como símbolo iconográfico. A imagem da gravura de Otto van Veen (figura 2) – pintor, desenhista, que nasceu em Leyde na Holanda em 1556 e morreu em Bruxelas em 1629, cuja obra influenciou as representações dos azulejos no Convento de São Francisco, em Salvador, BA.

Figura 2 – Gravura intitulada “A verdadeira filosofia é meditar sobre a morte”



Fonte: Gravura de Otto van Veen, de 1608 (apud PINHEIRO, 1951, p.139).

Nas estampas do gravurista holandês, podemos identificar as representações de bois, cavalos, bodes, coelhos, carneiros, que são objeto de estudo desta investigação, além de outros animais como cachorro, ganso, águia e serpente, que não estavam no renque dos pesquisados.

Frei Vicente do Salvador, no Capítulo Nono do livro *História do Brasil – 1500-1627*, informa sobre dados históricos no tópico “Dos Animais e Bichos do Brasil” encontrados na colônia, alguns pertencentes à fauna portuguesa e espanhola, como relata o religioso: “Criam-se no Brasil todos os animais domésticos e domáveis da Espanha, cavalos, vacas, porcos, ovelhas e cabras e parem a dois e três filhos a cada ventre” (SALVADOR, 2010, p.51).

A importação desses mamíferos para o Brasil colônia facilitou a confecção das colas proteicas, para atender à demanda reivindicada pelos artífices das confrarias de pintores, escultores, carpinteiros e marceneiros.

2.1.2 Os peixes na fabricação das colas proteicas

Dentro da pesquisa, outra proteína foi colhida através dos peixes, que são vertebrados, aquáticos, cuja locomoção se dá através de nadadeiras, e a respiração é feita pela cavidade branquial.

São classificados como Condrictes aqueles espécimes possuidores de esqueletos cartilaginosos, não contêm bexiga natatória, apresentam-se com 1.000 espécies, tendo-se como exemplo tubarões e arraias. Os Osteíctes, os que contêm esqueleto ósseo e cartilaginoso, são identificados em 22.000 espécies e, como exemplo deste grupo, podemos citar atum, pacu, bagre, moreia, enguia, esturjão, etc.

Os peixes ósseos da classe Osteíctes apresentam, na parte superior da cavidade peritoneal e coluna vertebral, um órgão denominado de bexiga natatória, que auxilia na função hidrostática da flutuação. Essa vesícula gasosa é impermeável, permitindo a difusão de gases ingeridos pelos peixes.

Através de pequeno duto, faz a conexão entre a bolsa natatória e o esôfago, por isso é denominado de Isóstomos.

2.1.3 A origem da cola de peixe

As investigações sobre cola forte, produzidas pelo frei Velloso, encontram-se baseadas na obra de Mr. Duhamel *A arte de fazer colla forte*. Nesse tratado, foi adicionado um texto dedicado à elaboração de cola de peixe, denominado “Memória sobre fazer a colla de peixe na Rússia”, de 1773, da autoria de P.M. Chevaslier. Neste, o autor registra o emprego, pelos artistas

européus, da bexiga de três tipos de esturjão: do *sterled* (*acipenser ruthenus*), do *acipenser stellatus* e do *belluga huso*. Outros peixes também são mencionados, como: Bagres de água doce, peixes da Ordem dos Siluriformes que habitam estuários de água doce da América do Sul; Bagre marinho, também conhecido como bagre amarelo (*Cathorops Spixii*), encontrado nas Regiões Sul e Sudeste do Brasil; Bagre Gurijuba, de coloração acinzentada; tem a cabeça grande e chata e habita os rios da América do Sul que desaguam no Oceano Atlântico; Moreia, que apresenta o corpo cilíndrico e habita recifes e corais. Era chamada também pelo nome de Caramuru, pelos índios Tupinambás que habitavam o litoral da Cidade do Salvador; Enguia, pertencente à família de peixes *Actinoptergeos* e é da ordem dos *Anguilliformes*.

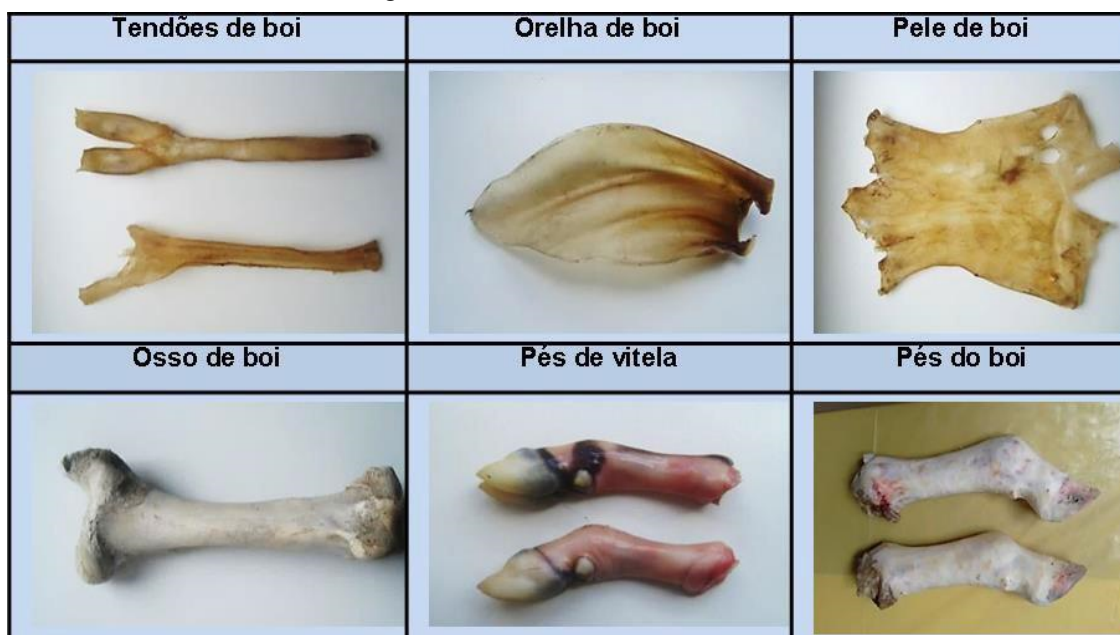
3 METODOLOGIA

3.1 Coleta de materiais

Para a elaboração das colas oriundas dos animais mamíferos, foram coletadas as seguintes partes: ossos, pele, nervos e orelha (Boi); pele e pés (Carneiro); pés, orelha, focinho e pele (Bode); pele (Coelho); casco (Cavalo); e, para as aves, a albumina da clara do ovo da galinha. Na coleta processada nos peixes selecionados, foram colhidas as bexigas natatórias das espécies referendadas nos tratados antigos como: esturjão (Rússia); gurijuba (Pará, Brasil); enguia (Brasil); moreia (Brasil); bagre (Brasil).

Diversos peixes também foram acrescentados à pesquisa como: pacu (Amazônia), corvina (Brasil) e traíra, que é encontrada em vários rios do Brasil e com possibilidade de ter sido utilizada na elaboração de colas no período colonial em Minas Gerais. As imagens dos materiais coletados dos mamíferos e peixes que fazem parte da formação do Banco de Colas Proteicas e que serviram também de amostras para os ensaios laboratoriais desenvolvidos no Lacicor/Cecor (figuras 3 e 4).

Figura 3 – Coleta efetuada em Gado Bovino, mamífero.



Fonte: Elaboração dos autores (2022).

Figura 4 – Coleta efetuada em várias espécies de peixes.



Fonte: Elaboração dos autores (2022).

Na totalidade, entre mamíferos, ave e peixes, foram coletadas 25 amostras para serem transformadas em adesivos proteicos, que ficaram à disposição da pesquisa para o desenvolvimento das análises laboratoriais.

Após a coleta dos materiais recolhidos dos mamíferos e peixes, foi necessário pensar em uma forma de armazenamento que possibilitasse a consulta de futuras pesquisas, conforme pleiteado pelo Programa de Pós-Graduação PPGARTES e Lacicor/Cecor e que também estaria à disposição de outras Universidades. E, para atender a essa demanda, foi construída uma caixa de MDF, com tampa e fechadura, com a capacidade de armazenar 30 coletores de vidro de 250 ml.

3.2 Ataque de insetos necrófagos

No início da residência em 2022, as peles de caprino e ovino coletadas no Sertão da Bahia para fazerem parte do acervo da pesquisa, naquele momento se encontravam na Escola de Belas Artes da UFBA e expostas à atmosfera úmida do ambiente. Foram, então, atacadas por um inseto denominado *Attagenus Pellio* (broca das peles), já conhecido e descrito em investigações anteriores.

Esse inseto tem hábitos alimentares necrófagos, atacando animais dissecados, empalhados. Alimentam-se de peles, cabelos, penas e ossos. Observou-se que os ataques coincidem com o período chuvoso, de umidade e temperatura alta, condições favoráveis ao desenvolvimento de microrganismos. Durante o ano de 2022, foi constatado que, na pele de carneiro (ovino), houve maior incidência de ataque das brocas, degradando as extremidades e áreas da cabeça.

Diante dessa constatação, recorreu-se à matéria sobre Conservação e Preservação de Materiais Orgânicos, um tema interdisciplinar, abrindo novos segmentos desta pesquisa para a análise dos ataques de várias espécies de fungos e a utilização de diversos conservantes, fungicidas e antimicrobianos que foram citados nos tratados durante os últimos séculos de observação.

3.3 Produtos imunizantes / preservativos

Diante do ataque de insetos necrófagos às peles de ovinos e caprinos coletadas para pesquisa, foi chamada a atenção para as questões referentes à conservação de materiais orgânicos utilizados na antiguidade. A partir de então, foram identificados 22 produtos conservantes utilizados pelos tratadistas, desde o período do Renascimento Italiano até os dias atuais, perfazendo um período de seis (06) séculos. Diante da necessidade de preservação dos imunizantes, foi confeccionada uma caixa arquivo para armazenamento dos materiais conservantes, coletados durante a Residência Pós-Doutoral, que ficará como Acervo do Lcicor/Cecor

3.4 Ensaios laboratoriais

3.4.1 Preparação dos adesivos no Lacicor/Cecor

Após a operação de limpeza dos fragmentos de sangue, resquícios de peles, carnes, gorduras e pelos incrustados, os materiais angariados foram lavados em água corrente, ficando à disposição para a nova fase de dissolução. Sendo assim, as partes foram desmembradas para acomodação nos recipientes de vidro, selecionados previamente para cada tipo de infusão. Diante do pouco tempo disponível para esta fase, não foi possível utilizar o método de água de cal para a limpeza dos materiais.

3.4.2 Dissolução dos pés de bode

Após a limpeza, os pés de bode foram colocados de molho durante 24 horas e levados ao fogo em panela de alumínio, adotando como referência a proporção de 01 parte de água limpa, seguindo a observação de primeiro aquecer a água na temperatura de 60° e, depois, sendo adicionadas as partes sólidas a serem dissolvidas.

O material em questão foi submetido até a temperatura de 67°, não conseguindo a diluição total dos fragmentos dos nervos e tendões. Essa operação resultou em um caldo grosso, ficando ainda fixados aos ossos, fragmentos dos nervos e tendões, que foram removidos mecanicamente.

Depois de filtrar os resquícios em peneira metálica, o caldo, líquido coloidal da composição, apresentou aglutinação considerada mediana, apropriada para confecção de pintura a têmpera.

Após o derretimento parcial dos materiais dos pés de bode, o líquido apurado deste processo de fusão apresentou uma camada de espuma superficial que interfere na qualidade adesiva da cola.

No período colonial, os artífices já previam o aparecimento dessas impurezas: “ainda se despegão na caldeira, onde formão, ou hum sedimento, ou pé que se precipita no fundo, ou uma escuma, que sobe a superfície segundo o seu pezo” (VELLOSO, 1799, p.13). Velloso também comenta (1799, p.11): “se so empregassem os pés a colla não seria muito forte, por causa da quantidade de sinovia que contem estas partes”.

Fazendo-se a separação do material sólido originado de pele, nervos e cartilagens não dissolvidas em peneira metálica, o resultado da fusão é uma solução coloidal, transparente, de consistência gelatinosa, para trabalhos de pintura a têmpera, que não precisam de cola forte.

Após a filtragem da substância proteica, foram adicionadas gotas de óleo de cravo e essência de cravo, com função fungicida e antibacteriana, na proporção de 05 gotas para 50 ml de cola, sendo o suco armazenado em geladeira. A essência de cravo produziu maior aromatização das soluções.

3.4.3 Colagem dos módulos de madeira

As colas anteriormente preparadas foram retiradas do *freezer* da geladeira e novamente dissolvidas em banho-maria, sem ferver, até uma temperatura máxima de 70°C, para preservar seu poder de aderência.

Na colagem dos módulos, a solução proteica, ainda quente, foi aplicada com pincel nos módulos de madeira, observando o sentido recomendado para as fibras. Para contribuir com a ancoragem, os corpos de prova foram envolvidos em fitas adesivas de identificação e, posteriormente, prensados em equipamento de ferro fundido num período de 24 a 48 horas.

3.4.4 Relatório de ensaios – do cisalhamento

A avaliação das propriedades de resistência das colas foi obtida através de ensaios de cisalhamento, com a finalidade de conferir a ruptura na aderência com medição digital de força.

Os exames foram efetuados em corpo de prova de madeira, com dimensões padronizadas: 5 cm x 5 cm x 2 cm; a resistência dos adesivos foi aferida nas apreciações de cisalhamento com os deslizamentos das placas metálicas da cápsula da Máquina de Ensaio DL – 30000, sendo monitorada por um microcomputador para medição e execução de ensaios.

Nas experiências, foram utilizados módulos de madeira de jequitibá, originária da Mata Atlântica do Estado da Bahia, colados e prensados no sentido das fibras vegetais e também no sentido transversal fazendo um conjunto de corpos de prova.

A fase laboratorial do cisalhamento foi coordenada pelo Professor Dr. Edgar Vladimiro Mantilla Carrasco, do Departamento de Tecnologia do Design da Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais, e desenvolvida no LAEES – Laboratório de Análises

Experimental de Estruturas da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, coordenado pelo Professor Dr. Rodrigo Barreto Caldas.

Contribuíram também com as rupturas dos corpos de prova, os Técnicos Heron Freitas Resende, do LAEES, e José Raimundo de Castro Filho, do Lacicor/EBA, UFMG. Por exigência da metodologia adotada, foram afixados 14 corpos de prova para cada tipo de cola: 07 corpos no sentido das fibras e 07 corpos no sentido transversal.

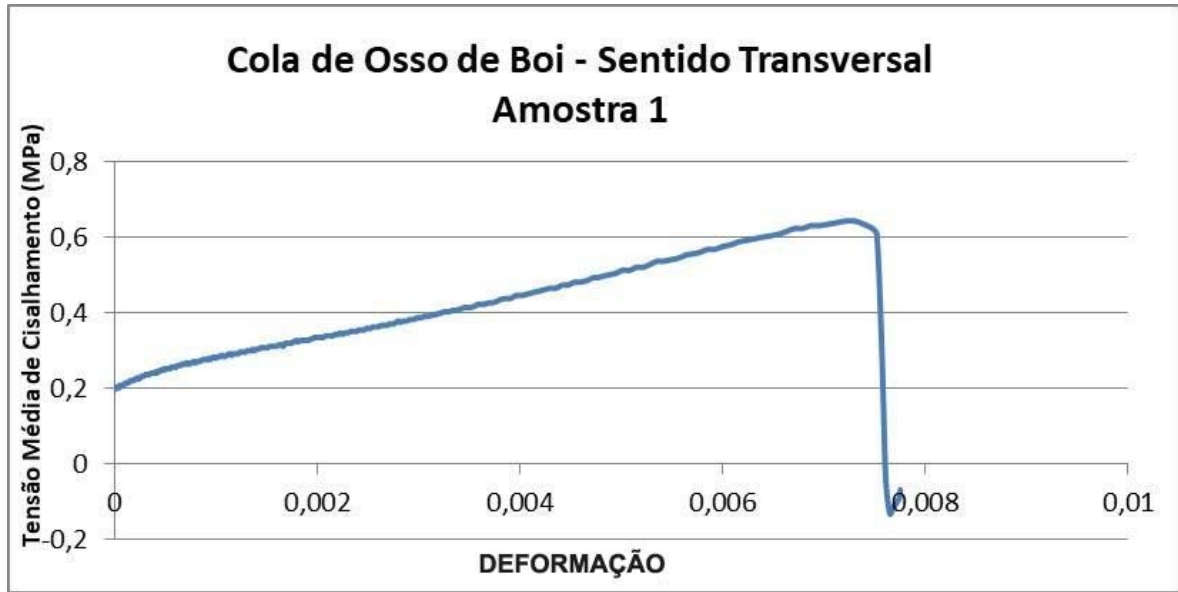
3.4.5 Ruptura dos corpos de prova em máquina de ensaio DL – 30000

Após aferir as dimensões dos módulos que compõem os corpos de prova, as amostras selecionadas, foram inseridas na cápsula metálica do equipamento, a fim de iniciar os ensaios referentes ao cisalhamento. Nesta última etapa, o microcomputador processa as informações para a medição e execução dos ensaios, e os resultados são emitidos de forma automática.

3.4.6 Resultados dos ensaios do cisalhamento

Após ensaio realizado no laboratório LAEES UFMG, o software do equipamento *DL – 3000* gerou um arquivo txt com as seguintes variáveis: tempo em segundos, deslocamento em milímetros e Força em Newtons (unidade de medida de força). Para gerar o gráfico, foi calculada a deformação por meio da divisão do deslocamento, pelo comprimento do bloco e o valor da Tensão média de cisalhamento (Mpa – unidade de pressão) através da divisão da Força pela área do bloco. Na Figura 5 se encontra o gráfico da Tensão Média de Cisalhamento X Deformação da cola de Osso de Boi no sentido transversal. Com base nesse gráfico, foi realizada uma linearização utilizando o Excel para obtenção do Módulo de deformação (Mpa), sendo este o valor do coeficiente da variável X1. Não foi possível calcular o módulo de deformação de grande parte das amostras, pois as rupturas ocorreram em um intervalo de tempo muito curto, não sendo possível realizar a linearização.

Figura 5 – Gráfico da Tensão Média do Cisalhamento x Deformação da cola de Osso de Boi no sentido Transversal



Fonte: José Raimundo (2023).

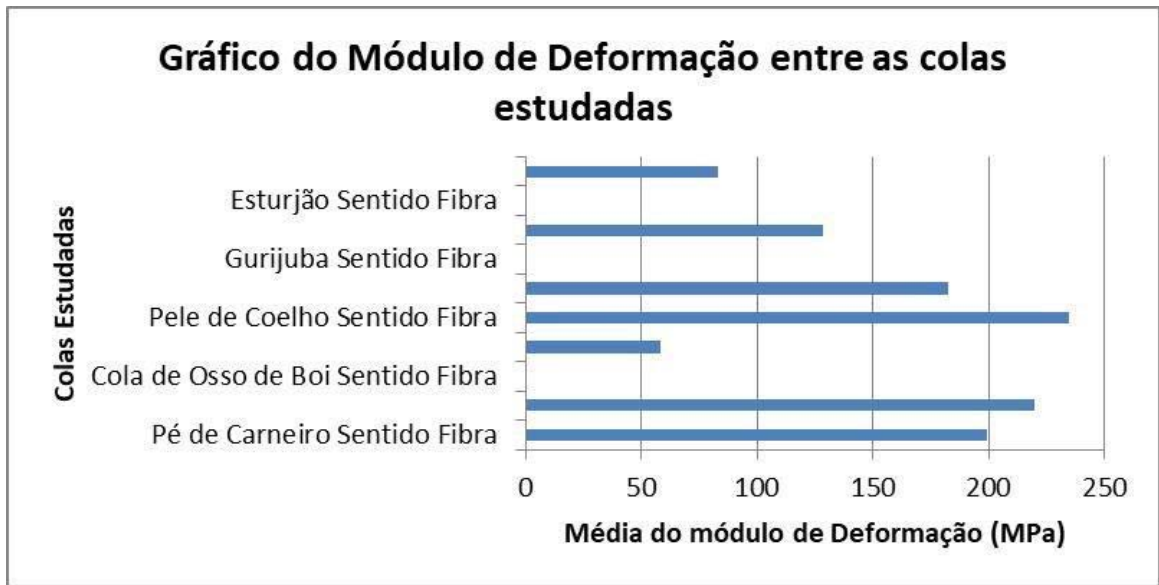
Na Tabela 1, constam as médias dos valores da Tensão de Cisalhamento Máxima, que seria correspondente ao valor no ponto de ruptura da cola no bloco e ao valor do Módulo de Deformação. Ressalta-se que alguns valores foram desconsiderados devido à presença de elevada discrepância ordem de grandeza das informações obtidas.

Tabela 1 – Média da Tensão de Cisalhamento Máxima do Módulo de Deformação.*N/A - Não avaliado.

Tipo de Cola	Qtd. de amostras avaliadas Tensão	Média da Tensão de Cisalhamento Máxima (Mpa)	Desvio padrão Tensão de Cisalhamento	Módulo de Deformação (Mpa)	Qtd. amostras módulo	Desvio padrão Módulo Deformação
Pé de Carneiro Sentido Fibra	3	38.6259	1.8238	199.3097	1	
Pé de Carneiro Transversal	4	40.0248	0.6354	219.9132	1	
Cola de Osso de Boi Sentido Fibra	6	38.7777	3.1068	N/A		
Cola de Osso de Boi Transversal	3	33.1369	9.0967	58.28717	1	
Pele de Coelho Sentido Fibra	5	1.8422	0.5567	234.7833	4	38.2214
Pele de Coelho Transversal	4	37.6836	0.3831	182.446	1	
Gurijuba Sentido Fibra	7	40.0817	0.4703	N/A		
Gurijuba Sentido Transversal	5	1.7314	0.3576	128.471195	4	40.2607
Esturjão Sentido Fibra	7	40.9385	0.6735	N/A		
Esturjão Sentido Transversal	5	1.5675	0.4581	83.3637225	4	5.0297

Fonte: José Raimundo (2023).

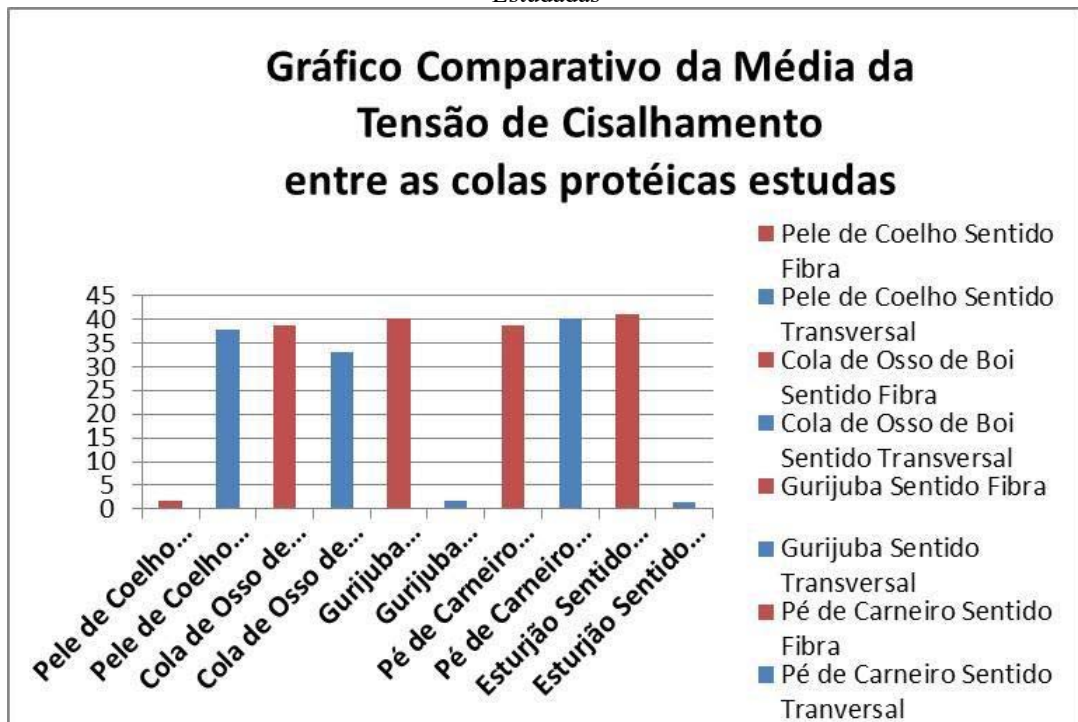
Figura 6 – Gráfico do Módulo de Deformação entre as colas estudadas



Fonte: José Raimundo (2023).

A Figura 7 representa o gráfico resumo das médias de Tensão de Cisalhamento entre as colas estudadas colocando-as em ordem crescente de valor.

Figura 7 – Gráfico Comparativo da Média da Tensão de Cisalhamento entre as colas proteicas Estudadas



Fonte: José Raimundo (2023).

4 RESULTADOS E CONCLUSÕES

No decorrer dos séculos, os aglutinantes utilizados nas pinturas e esculturas, marcenaria e construção civil sempre foram tema de indagação entre os artífices, por se tratar de materiais orgânicos suscetíveis a degradação natural.

A obtenção desses materiais sempre foi coletada de partes de animais mamíferos, como pele, tendões, orelha, ossos e focinho, e também de peles, barbatanas e, principalmente, de bexigas natatórias de peixes da classe Osteíctes.

Para a preparação dessas colas, inicialmente as receitas eram de domínio dos artífices europeus, replicadas por meio de manuscritos enviados para as colônias, o que ficou demonstrado nas consultas aos receituários de antigos tratadistas.

No desenvolvimento da pesquisa, as observações durante os ensaios laboratoriais constataram que os materiais originados de animais mamíferos que são submetidos à fusão dos pés apresentam espumas superficiais de resíduos gordurosos e sangue. Esta ocorrência já tinha sido mencionada no tratado de frei Velloso, sendo, assim, adotado o procedimento de checagem entre os ensaios e as descrições tratadistas.

Os subsídios contidos nas receitas tradicionais possibilitaram entender melhor a resistência mecânica das estruturas pictóricas e o motivo da escolha das técnicas preferenciais dos artífices para cada obra de arte.

No desenvolvimento das receitas manipuladas no laboratório, a riqueza de detalhes direcionou as discussões para questionamentos sobre a utilização de conservantes durante os séculos. As indagações geraram a possibilidade de investigações interdisciplinares no campo da conservação, microbiologia e engenharia, um desdobramento das indagações da Residência Pós-Doutoral.

Os resultados laboratoriais da pesquisa serão compartilhados através de atividades de arte e educação, na forma de oficinas, conferências e eventos científicos. O banco de colas proteicas ficará à disposição para futuras ações dos Programas de Pós-Graduação da UFMG e congêneres, sendo atualizado periodicamente.

REFERÊNCIAS

- ADONIAS, Isa. **Mapa: imagens da formação territorial brasileira**. Rio de Janeiro: Fundação Emílio Odebrecht, 1993.
- BEXIGA natatória da Classe Osteictes – Fisóclisto. Disponível em: Niñaciencia.blogspot.com. Acesso em: 20 fev. 2022.
- BEXIGA natatória da Classe Osteictes – Fisóstomo. Disponível em: Biologandovida.Blogspot.com. Acesso em: 20 fev. 2022.
- CENNINI, Cennino. **El libro del arte**. Buenos Aires: Ed. Argos, 1947.
- CHEVALIER, P.M. **A colla de peixe na Rússia** [Transct. Filos. De Lond. P. I.]. 1773. n.p. In: VELLOSO, Frei José Mariano (Ed.). **ARTE DE FAZER COLLA FORTE**: de M. Duhamel. Lisboa: Officina da Casa Litteraria do Arco do Cego, 1799.
- FLEURY, Paulo. **Tratado prático para dourado em madeira**: processo de água e mixtão. Rio de Janeiro: H. Guarnier, 1908.
- LÓPEZ. ZAMORA, Eva **Estudio de los materiales y procedimientos del dorado a través de las fuentes literarias antiguas**: aplicación en las decoraciones de pinturas castellanas sobre tabla. 2007. 556f. (Tesis Doctoral)-Universidad Complutenses de Madrid, Facultad de Bellas Artes, Madrid, 2007.
- NUNES, Filipe. **Arte da pintura, symmetria e perspectiva**. Lisboa: Officina de João Baptista Alvares, 1615.
- PINHEIRO, Silvanísio. **Azulejos do Convento de São Francisco da Bahia**. Salvador: Livraria Turista, 1951.
- SALVADOR, Frei Vicente do. **História do Brazil (1500–1627)**. 2. ed. Curitiba: Juruá, 2010.
- SILVA, Francisco Liberato Telles de Castro. **A Arte de Dourar**. 3.ed. Lisboa: Tpographia do Commercio, 1900.
- SEGURADO, João Emílio dos Santos. **Acabamentos das construções**. Lisboa: Bertrand, 1904.
- STOOTER, João. **A arte de brilhantes vernizes**. Lisboa: Officina de José de Aquino Bulhoens, 1787.
- VELLOSO, Frei José Mariano (Ed.). **Arte de fazer colla forte**: de M. Duhamel. Lisboa: Officina da Casa Litteraria do Arco do Cego, 1799.