Uso de quelantes em hidrogel para remoção de manchas em uma pintura em têxtil com técnica mista de estampa com ferrugem e aquarela

Use of chelating agents in hydrogel for stain removal on a textile painting with a mixed technique of rust print and watercolor

ANA VITÓRIA AGUIAR MONTEIRO
JOÃO CURA D'ARS DE FIGUEIREDO JUNIOR*
AMANDA CRISTINA ALVES CORDEIRO

Departamento de Artes Plásticas, Escola de Belas Artes, Universidade Federal de Minas Gerais, Avenida Antônio Carlos, 6627, Pampulha, Belo Horizonte - MG, Brasil

joaoc@ufmg.br

Resumo

A pintura em têxtil apresenta características que a distingue da pintura em tela e que também define uma metodologia diferenciada de Conservação e Restauro. Neste artigo, discutimos a remoção de manchas de ferrugem em uma pintura em têxtil de algodão realizada com estampa com ferrugem e aquarela. A ferrugem usada para a realização da obra migrou sobre o tecido gerando manchas que se associaram a adesivo e a manchas de fungos, descaracterizando a obra e dificultando sua leitura. A remoção das manchas de ferrugem foi realizada com agentes quelantes, citrato e oxalato em pH controlado, aplicados em gel de goma xantana para controlar a migração do solvente no tecido. Os dois quelantes apresentaram eficiência na limpeza e possibilitaram o controle do processo de modo a atender os critérios de intervenção de uma pintura em têxtil.

PALAVRAS-CHAVE
Pintura em tecido
Estampa com ferrugem
Quelantes
Hidrogel
Arte contemporânea

Abstract

Textile painting has characteristics that distinguish it from painting on canvas, and these differences also require a distinct conservation methodology. In this article, we discuss the removal of rust stains from a cotton textile painting created using rust printing and watercolor. The rust used in the artwork migrated across the fabric, generating stains that combined with adhesive and mold residues, altering the appearance of the work and making it more difficult to interpret. The rust stains were removed using chelating agents – citrate and oxalate – at controlled pH levels, applied in a xanthan gum gel to limit solvent migration within the fabric. Both chelating agents proved effective in cleaning and enabled a controlled treatment that meets conservation criteria for textile paintings.

KEYWORDS
Textile painting
Rust print
Chelating agents
Hydrogel
Contemporary art

Introdução

A pintura em tela é uma técnica artística que consiste em se pintar sobre um tecido que é esticado para formar um suporte rígido. Além desta pintura, há também a pintura em tecido. A distinção entre essas duas técnicas foi historicamente um desafio devido às semelhanças entre si, como as fibras do suporte e as técnicas pictóricas utilizadas, como óleo, acrílica, têmpera à ovo etc. Thompson, Smith e Lennard [1] apresentaram uma definição que permite distinguir os dois tipos de pintura:

> *Os têxteis utilizados (em pintura em têxtil) são geralmente têxteis não tensionados, projetados para serem flexíveis e espera-se que caiam e se movam, ao contrário das pinturas sobre tela onde a maioria é esticada durante a confecção e exibição para produzir um suporte rígido para a tinta. A tinta pode ser aplicada somente em parte da superfície de um tecido pintado e isto tem implicações em sua aparência, função, degradação e também conservação, assim as áreas pintadas e as não pintadas compreendem duas superfícies distintamente diferentes*. (Tradução dos autores)

Acerca das pinturas em têxtil, elas são divididas em dois grupos: (1) têxteis com a superfície completamente pintada, e (2) têxteis com a superfície parcialmente pintada [1]. Além da classificação, nas pinturas em têxteis não é trivial separar os elementos do objeto como acontece na pintura em cavalete, ou seja, suporte, chassi etc. Nesta última, os tratamentos propostos trabalham a partir da divisão do suporte, camada pictórica, verniz e afins. Na pintura em tecido esta separação não é rígida, seus elementos materiais compõem, ao todo, a obra em si. O próprio suporte têxtil faz parte da composição.

> *Diferentemente de outras tipologias de objetos, como pintura de cavalete e esculturas policromadas, os tecidos geralmente apresentam tanto suporte quanto elementos estéticos amalgamados, uma vez que a base têxtil abriga, em si mesma, os padrões de tecelagem, cores e apliques, configurando-se em uma estrutura que não serve apenas de suporte, mas que literalmente contém os elementos responsáveis pela "visualidade" da peça*. [2]

Entre as técnicas disponíveis para a pintura em têxtil, há uma que consiste em se usar objetos enferrujados para estampar suas formas nos tecidos. Um exemplo é a *Stampa a Ruggine della Romagna*, técnica encontrada na região da Romanha na Itália [3]. Consiste em uma tradicional prática de estamparia manual produzida na região, sobretudo pela *Stamperia Marchi*, da Família Marchi. Acredita-se que a técnica tenha se iniciado por volta do século XVIII, em que durante trajetos feitos com o gado pelo território da Romanha os camponeses cobriam os seus animais, para protegê-los do frio, com tecidos estampados com motivos iconográficos de Santo Antônio Abade, protetor do mundo agrícola e dos animais. Os moldes de padrões da estampa são talhados em madeira, como na xilogravura, e a tinta é obtida a partir da ferrugem de partes metálicas enferrujadas.

Neste artigo, será apresentada a remoção de manchas de uma pintura em têxtil obtida por técnica mista de estampa com ferrugem e aquarela da artista brasileira Tânia Caçador. A obra, sem nome, e pertencente à própria autora, compõe uma série de mais de 25 peças realizadas nos anos de 2008 e 2009. É uma obra plana, bidimensional com dimensões de 46 cm de altura por 45 cm de largura (Figura 1). O tecido da pintura é composto por fibra de algodão e possui trama fechada em padrão tafetá, com 30 fios no sentido da trama e da urdidura e torção da fibra em Z. A coloração original do algodão cru é mantida em praticamente toda a obra, cerca de 56 % do suporte; no centro, há a impressão de dois círculos concêntricos, sendo o primeiro de 28,5 cm e o segundo de 14,5 cm de diâmetro, formados pela pigmentação da ferrugem estampada, originárias do formato de uma peça de engrenagem. Para reforçar o formato circular, a artista usou lápis aquarela vermelho e amarelo para complementar a forma e gerar

uma distinção visual entre a ferrugem e a aquarela. Ao todo a composição apresenta o tema do "Ouroboros", ou seja, da serpente engolindo a própria cauda. Por fim, ela se classifica como têxtil com a superfície parcialmente pintada, o que demanda do Conservador-restaurador atenção tanto às áreas da pintura no têxtil quanto às áreas não pintadas na mesma obra.

Ao longo do tempo, surgiram manchas na obra que passaram a gerar interferências visuais significativas, comprometendo a apreciação estética, a leitura do tema e inviabilizando a sua exposição.

O processo de criação desenvolvido pela artista Tânia Caçador para a obtenção da estampa com ferrugem consistiu nas seguintes etapas:

- Uma superfície plana é coberta com jornal molhado com água, vinagre e sal;
- Um tecido de algodão é selecionado, umedecido com água e esticado sobre o jornal;
- Uma peça de engrenagem de ferro-velho foi escolhida, com o objetivo de ressignificar objetos descartados de forma artística. Ela é umedecida com água, vinagre, sal e colocada sobre o tecido. Sobre o conjunto são colocados pesos;
- Esse sistema é deixado em repouso por 1 semana, sendo que a engrenagem é umedecida nesse tempo com a mesma mistura de água, vinagre e sal;
- Após uma semana o tecido é lavado em água corrente e com sabão de coco;
- O tecido é seco ao ar e a figura impressa é analisada podendo receber retoques;
- Uma forma de retoque consiste em se usar o produto comercial Semorin Tira Ferrugem (solução aquosa de ácido oxálico, pH 1), com swab de algodão ou pincel fino. O uso do Semorin demanda por outro processo de lavagem e secagem;
- Outra forma de retoque aplicado consiste no uso de lápis aquarela.



Figura 1. Obra, sem nome, da artista brasileira Tânia Caçador feita com técnica mista de estampa com ferrugem e aquarela.

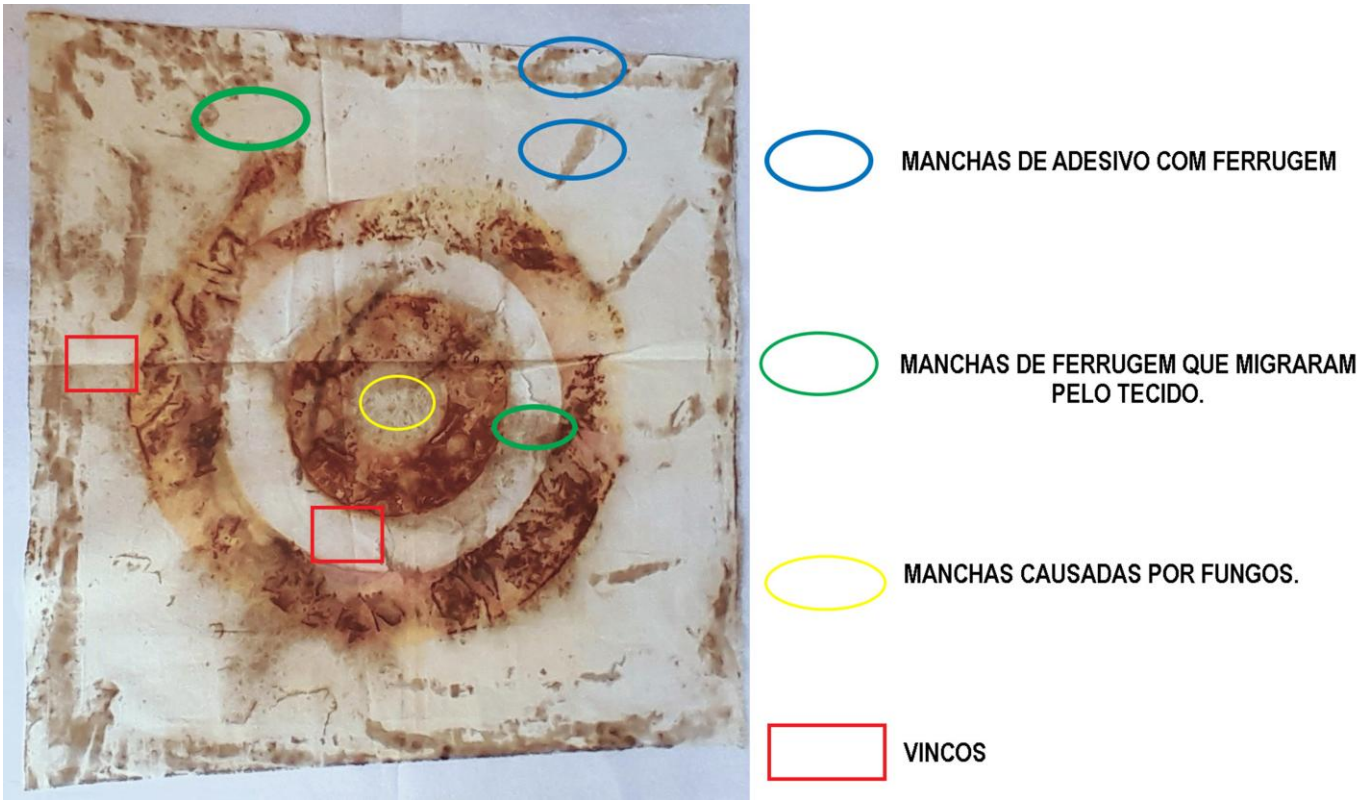


Figura 2. Mapa de danos da obra.

O estado de conservação da obra é resultado do processo de exposição ao qual esta foi submetida e das diferentes condições de acondicionamento. Acerca das exposições, ela passou por uma sequência de eventos que se estenderam do ano de 2009 a 2021. Por ser uma obra têxtil, sua flexibilidade é fundamental para sua identidade, porém para sua exposição ela foi fixada em papel paraná, um papel rígido de alta gramatura feito com fibras de pinus, com um adesivo acrílico, provavelmente aplicado na forma líquida. Condições inadequadas de umidade provocaram a migração da ferrugem para várias partes da obra, incluindo aquelas nas quais havia adesivo usado na fixação da obra no papel paraná. A umidade também proporcionou um ambiente propício para o desenvolvimento de fungos, que estavam inativos antes que o processo de conservação e restauro tivesse início, mas que também geraram manchas. Dessa forma, a temporada de exposições e as más condições expográficas e de acondicionamento, levaram a obra a apresentar as seguintes irregularidades: sujidades generalizadas como particulados e pelo animal; resquícios de adesivo usado para fixação nas exposições; resquício do papel usado para a fixação da obra em chassis; manchas causadas pela interação do adesivo com a oxidação da ferrugem da estampa; manchas de ferrugem que migraram pelo tecido; manchas causadas por fungos agregadas com as manchas de ferrugem; vincos e marcas de dobras de acondicionamento. Na Figura 2, temos uma imagem do mapa de danos da obra indicando as irregularidades discutidas.

As ações de conservação e restauro demandaram, então, uma ação de remoção planejada e adequada à intervenção em têxteis que permitisse que a mesma pudesse novamente ser apreciada e exposta assim como que respeite a materialidade e imaterialidade da obra. Para estes materiais, uma limpeza mal coordenada pode retirar detalhes com grande potencial informativo, uma vez que a limpeza de têxteis é um processo irreversível [4]. Uma abordagem considerada inadequada seria a remoção total de todas as manchas de ferrugem. Estas manchas surgiram ao longo da vida expositiva da obra, decorrentes da própria técnica de composição, a estampa com ferrugem. Logo, uma retirada completa desses elementos seria uma interferência sobrecarregada e desnecessária sobre um processo natural de comunicação e interação da técnica de estampa com o algodão. A própria artista, em diálogo com a

restauradora, afirmou que o fato de não usar materiais usuais com um comportamento que já foi observado ao longo da história da arte, como tinta a óleo ou a acrílica, fez com que ela estivesse preparada para as surpresas e para a organicidade que a técnica vai ofertar ao próprio trabalho. É de seu interesse dialogar com esses materiais e suas propostas. Assim, elementos que poderiam ser lidos como deterioração ou interferência estética, como o arraste da ferrugem, não a incomodam, pois ela entende como elemento de criação da própria obra. Desse modo, sua participação foi decisiva ao auxiliar na decisão do momento no qual a legibilidade da obra se tornou adequada durante o restauro, ou seja, na qual sua mensagem inicial estava em harmonia com a ação do tempo na obra.

O desafio do processo foi então encontrar a medida adequada para a limpeza da obra. De acordo com Eastop:

> *A limpeza pode ser muito eficaz para revelar têxteis desfigurados por sujidades e vincos; pode melhorar a preservação a longo prazo dos têxteis, removendo sujidades que resultam em danos mecânicos ou químicos; (…) O ethos da intervenção mínima parece substituir a reversibilidade como critério chave na conservação. Esta mudança reflete-se na crescente importância da conservação preventiva*. [4]

A proposta de limpeza foi pautada, então, sob a ótica da intervenção mínima, visando uma redução das manchas até garantir uma legibilidade da obra que permitisse sua apreciação.

Como as manchas presentes na obra, que dificultavam sua leitura e o tema do Ouroboros, possuíam frações da ferrugem que migraram com umidade, propôs-se que fossem removidas com agentes quelantes que teriam interação com o ferro presente neste material na forma de compostos como goetita (α-FeOOH) e lepidocrocita (γ-FeOOH), principais componentes da ferrugem [5]. Como a ferrugem penetra no tecido, a limpeza química úmida consegue ser eficiente na sua remoção [5].

Entre quelantes empregados para este tipo de limpeza, encontram-se o EDTA, ácido cítrico e ácido oxálico [6]. Miao [5] utilizou o EDTA dissódico combinado com ácido ascórbico para a remoção de manchas de ferrugem de têxteis de algodão. O ácido ascórbico possuía uma ação redutora das espécies de Fe para facilitar a coordenação pelo EDTA. O ácido cítrico diluído, entre outros reagentes, encontra-se entre os reagentes indicados para remoção de manchas de Fe(II) [7]. Haldane [8] utilizou o citrato de triamônio para a limpeza de tapetes no Victoria and Albert Museum. Smets [9] usou uma solução inicial de ácido cítrico com ácido bórico neutralizada com NaOH até pH 8,5.

É importante frisar que alguns quelantes como o EDTA, ácido cítrico e ácido oxálico são espécies ácidas. Esta acidez já foi considerada antigamente como vantajosa por acelerar a dissolução dos produtos de corrosão do ferro em manchas. Entretanto, ela é prejudicial às fibras dos tecidos causando reações como a hidrólise ácida em algodão [6]. Por outro lado, a maior eficiência destes quelantes para reagir com metais como o Fe, em uma reação de coordenação, ocorre quando se encontram totalmente desprotonados, ou seja, sem nenhuma espécie H^+, em um meio não ácido. O controle do pH do meio permite esta desprotonação. Como exemplo, no caso do ácido cítrico, que é um ácido triprótico, com 3 H^+, $H_3(C_6H_5O_7)$, o aumento do pH do meio com a adição de uma base leva à reação sequencial com cada H^+ disponível (Equação 1-3). Ao final, temos o sal citrato totalmente desprotonado, $C_6H_5O_7^{3-}$ (Equação 3). Esta espécie é a mais eficiente para reagir com os íons Fe.

$$H_3(C_6H_5O_7) + OH^- \rightarrow H_2(C_6H_5O_7)^- + H_2O \quad \textbf{(1)}$$

$$H_2(C_6H_5O_7)^- + OH^- \rightarrow H(C_6H_5O_7)^{2-} + H_2O \quad \textbf{(2)}$$

$$H(C_6H_5O_7)^{2-} + OH^- \rightarrow C_6H_5O_7^{3-} + H_2O \quad \textbf{(3)}$$

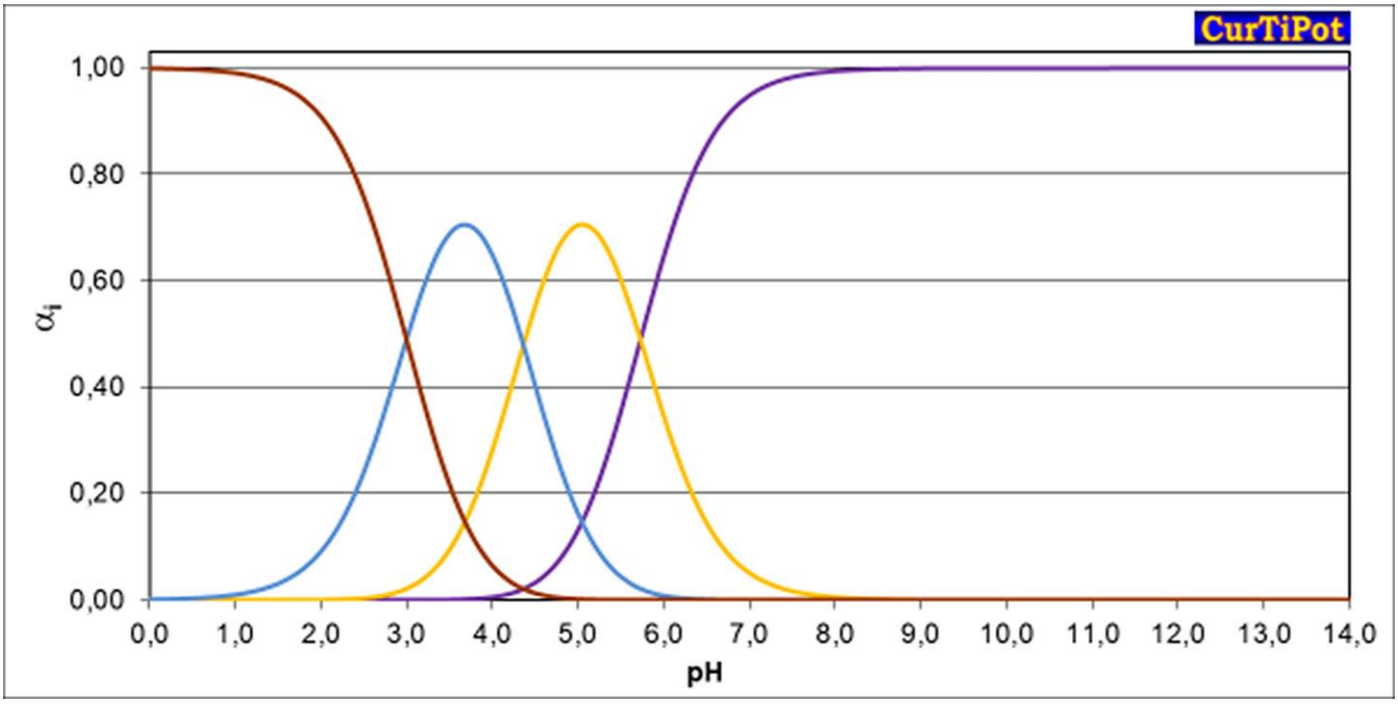


Figura 3. Curva de distribuição de espécies (gráfico de α) do ácido cítrico em função do pH. As quatro curvas correspondem, da esquerda para a direita, às concentrações do ácido cítrico totalmente protonado e às espécies geradas na Equação 1-3.

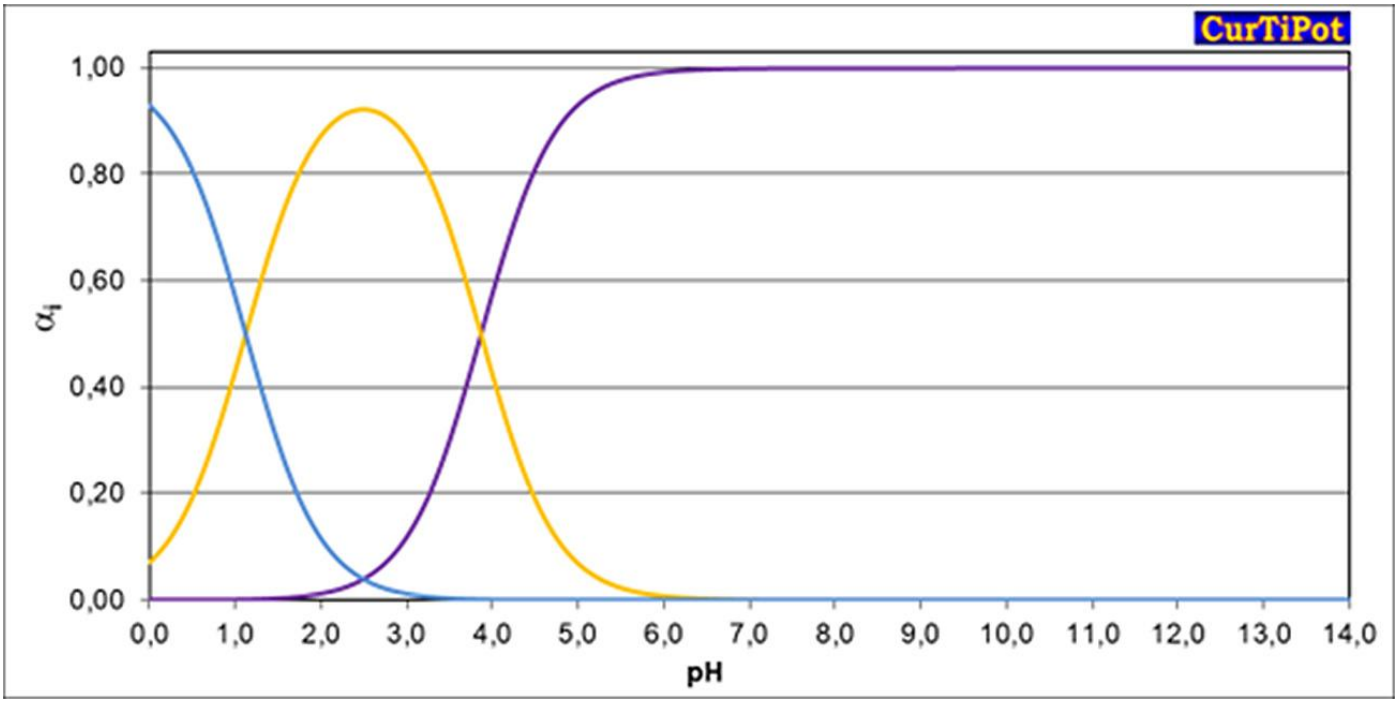


Figura 4. Curva de distribuição de espécies (gráfico de α) do ácido oxálico em função do pH. As três curvas correspondem, da esquerda para a direita, às concentrações do ácido oxálico totalmente protonado e às espécies geradas na Equação 4-5.

A distribuição das espécies protonadas e desprotonada em relação ao pH ficam mais facilmente visualizáveis em um diagrama de distribuição de espécies (ou gráfico de α, sendo α a composição da espécie na solução). Para o ácido cítrico, este diagrama [10] se encontra na Figura 3. As quatro curvas correspondem, da esquerda para a direita, às concentrações do ácido cítrico totalmente protonado e às espécies geradas nas Equação 1-3.

Pelo diagrama da Figura 3, observa-se que há predominância da espécie citrato, totalmente desprotonada, a partir de cerca do valor 8,5 de pH. Este valor de pH além de ser o de melhor

eficiência para a ação do quelante é, também, um valor seguro para as fibras de algodão ao evitar processos de hidrólise, tanto ácidas quanto básicas [6].

O ácido oxálico, $H_2(C_2O_4)$, por sua vez, é uma espécie ácida diprótica, com 2 H^+. A sua espécie é totalmente desprotonada por neutralização, espécie oxalato, em uma sequência de duas reações (Equação 4-5). Ela pode ser encontrada a partir do pH 7 como se pode ver no diagrama [10] da Figura 4.

$$H_2(C_2O_4) + OH^- \rightarrow H(C_2O_4)^- + H_2O \quad \textbf{(4)}$$

$$H(C_2O_4)^- + OH^- \rightarrow C_2O_4^{2-} + H_2O \quad \textbf{(5)}$$

Decidimos usar estes dois quelantes, citrato e oxalato, em faixas de pH de 7,5-8,0 e de 5,5-6,0 respectivamente de modo que tivessem eficiência para a remoção e, ao mesmo tempo, não agredissem as fibras do tecido. Estas faixas de pH possuem valores adequados para o tratamento, uma vez que a celulose presente no algodão pode sofrer hidrólise ácida em meios de baixo pH e hidrólise básica em meios de alto pH [7], ou seja, manter o algodão entre valores de pH entre 5 e 8 são adequados para evitar as hidrólises [6]. Inicialmente foi usado o citrato e, para manchas com maior dificuldade para remoção, usou-se o oxalato.

O fato destes quelantes estarem em solução aquosa gera o risco de eles migrarem pelo tecido. Na obra em restauro, têxtil de algodão com a superfície parcialmente pintada com aquarela, esta migração pode espalhar as manchas para áreas sem composição. Para auxiliar no controle desta migração, uma das estratégias foi aplicar as soluções dos quelantes dispersas em um gel. Os géis são sistemas coloidais formados por um dispersante e um disperso, no qual o dispersante é geralmente um polímero sólido que consegue reter o disperso, um líquido, entre suas ligações covalentes. Quando o disperso é um líquido orgânico, o gel é denominado organogel e, se este líquido é água, a denominação é hidrogel [11]. Os géis possuem viscosidades variadas, podendo ser altas o suficiente para restringirem a dissolução à área na qual foram aplicados [12]. Outra vantagem é que esses sistemas são opticamente transparentes o que permite que sua ação de limpeza seja monitorada visualmente durante a aplicação. [12]. Além dos próprios géis, foram utilizados papéis mata-borrão no verso da obra para maior auxílio no controle da migração do solvente.

Como as soluções dos quelantes são aquosas, usou-se a goma xantana como agente gelificante para obter um hidrogel. A goma xantana é um polissacarídeo de fácil acesso, preparo e de baixa toxicidade. Ela é um aditivo utilizado na indústria farmacêutica e alimentícia, como agente espessante, emulsificante e um estabilizante. Estas características a tornam uma opção sustentável como gel na restauração de obras de arte, o que justifica seu uso amplo na limpeza de diversos materiais artísticos [13-14].

Metodologia

Equipamentos e reagentes

As medidas de pH foram realizadas em um pHmetro de bancada AZ 86505 Multi-parameter. O equipamento foi calibrado em três valores de pH, 4, 7 e 10, utilizando tampões de pH da marca Akso. Os géis e soluções foram homogeneizados com um mini mixer portátil Kehome. O citrato de sódio diidratado, hidróxido de sódio micro pérolas, acetato de isoamila, isopropanol e etanol utilizados foram todos de qualidade PA da marca Synth. O ácido oxálico utilizado foi da solução da marca Semorin Tira Ferrugem do fabricante Semorin. A goma xantana utilizada foi da marca Exodo Científica.

Obtenção do hidrogel, soluções de quelantes e géis

O hidrogel de goma xantana a 5 % foi obtido pela mistura de 0,5 g de goma xantana com 9,5 mL de água destilada. Em seguida, com um misturador portátil à bateria, agitou-se a mistura até a consistência de um gel homogêneo.

A solução aquosa a 10 % de citrato de sódio foi obtida pela dissolução de 1g do soluto em 9,0 mL de água destilada. O volume de 1,5 mL desta solução foi adicionado a 1,5 g do hidrogel de goma xantana. Este sistema será referenciado ao longo do texto como Gel Citrato. O sistema final apresentou um pH de aproximadamente 7,5–8,0 medido pelo pHmetro.

A solução de oxalato de sódio foi obtida a partir de solução comercial de ácido oxálico: Semorin Tira Ferrugem [15]. O pH da solução comercial é 1 e ela contém ácido oxálico na concentração de 1 a 3 %. Este valor de pH é eficaz para a dissolução das manchas de ferro mas danoso à fibra de algodão sendo desaconselhado para limpeza de bens culturais [6]. Para um uso seguro, aumentou-se o seu valor de pH para 5 pela adição lenta de micropérolas de NaOH a 50 mL de solução sob agitação magnética. O pH foi monitorado por pHmetro de bancada. Após esta etapa, 5 mL da solução foi adicionado a 5 g do hidrogel de goma xantana. Este sistema será referenciado ao longo do texto como gel oxalato. O sistema final apresentou um pH de aproximadamente 5,5-6,0.

Limpeza

O processo de limpeza dividiu-se em: higienização; remoção de resíduos de papel; remoção de adesivo e limpeza química. A higienização foi realizada utilizando trinchas macias para a retirada de particulados soltos. Não foi realizada limpeza por sucção controlada, pois muitos dos particulados estavam aderidos aos resquícios do adesivo e precisavam ser retirados pontualmente com outras ferramentas como bisturis e espátulas dentárias. Particulados aderidos ao adesivo como pelos de animais e alguns grãos de sujeira foram removidos usando uma pinça.

Os resquícios de papel panamá foram removidos com o auxílio de um bisturi com lâmina pouco afiada para evitar danos às fibras do suporte. O adesivo utilizado anteriormente para a fixação do papel panamá se encontrava na obra com uma grande espessura em sua superfície. Além de se encontrar sobre o tecido, ele também se encontrava impregnado no tecido, formando manchas com resíduos de ferrugem que migraram ao longo do tempo. A remoção do adesivo superficial considerou inicialmente a escolha de um solvente que fosse capaz de inchá-lo sem dissolução. Esta característica é importante pois a dissolução pode levar à dispersão do adesivo nas fibras impregnando-as. Por sua vez, o inchamento é preferencial pois deixa o adesivo macio o suficiente para uma limpeza mecânica [7]. A seguinte sequência de solventes foi testada por ordem crescente de polaridade em relação aos parâmetros de solubilidade δ_P e δ_H de Hansen: aguarrás, acetato de isoamila, álcool isopropílico, etanol e água (Tabela 1).

Tabela 1. Valores de parâmetros de solubilidade de Hansen para os solventes testados na remoção do adesivo presente na obra.

Parâmetro de Solubilidade de Hansen	Solvente				
	Aguarrás	Acetato de Isoamila	Isopropanol	Etanol	Água
δ_d	15,5	15,8	15,8	15,8	15,5
δ_p	3,3	5,2	6,1	8,8	16,0
δ_H	4,0	13,3	16,4	19,4	42,3

O solvente escolhido para a remoção foi o acetato de isoamila que foi capaz de inchar o adesivo sem solubilizá-lo. Ele foi aplicado com swab diretamente sobre o adesivo sem o uso de gel. Posicionou-se um papel mata-borrão sob o tecido, nas áreas de limpeza, de modo a auxiliar na contenção da migração do sistema solvente.

Os géis com soluções quelantes foram utilizados nas regiões com: manchas de ferrugem apenas; manchas de ferrugem com resíduos de adesivo impregnado e manchas de ferrugem com manchas ocasionadas por fungos. Os géis foram aplicados em áreas de cerca de 5 × 5 cm

para maior controle do processo. Como realizado na remoção do adesivo, posicionou-se um papel mata-borrão sob o tecido para conter a migração do sistema solvente.

Nas áreas de manchas de ferrugem, aplicou-se o gel citrato que ficou em repouso por 5 a 25 minutos de acordo com a intensidade da mancha.

Nas áreas de manchas de ferrugem com resíduos de adesivo impregnado, aplicou-se o gel citrato que ficou em repouso por 5 a 25 minutos de acordo com a intensidade da mancha. O excesso de gel era retirado com um swab seco e aplicou-se acetato de isoamila para auxiliar na remoção do adesivo impregnado. O processo foi realizado dentro de uma capela de exaustão para que a ventilação externa auxiliasse na evaporação do acetato de isoamila. O material inchado era removido por raspagem mecânica com espátula dentária.

Nas áreas com manchas de ferrugem com manchas ocasionadas por fungos, o gel oxalato ficou em repouso por 20 minutos para manchas de coloração média e 25 minutos para manchas escuras.

Em todas as limpezas com géis, seus excessos eram retirados com um swab seco e seus resíduos eram rinsados com um swab com água deionizada sendo que, apenas nas áreas com resíduo de adesivo, fez-se uma rinsagem com álcool isopropílico anteriormente à rinsagem com água. Por fim, as regiões das limpezas eram secas com ar frio de um secador de cabelo.

Resultados e discussão

Os processos de higienização e eliminação dos resíduos de papel (Figura 5) ocorreram conforme o previsto. A remoção do papel, porém, tornou várias manchas mais evidentes, principalmente nas laterais da obra.

O adesivo superficial foi inchado com o acetato de isoamila o que permitiu a sua remoção mecanicamente com a espátula dentária (Figura 6). Ao ser raspado ele assumia o formato de pequenos aglomerados que se destacavam facilmente da superfície.



Figura 5. Resquício de papel sendo tirado com bisturi.



Figura 6. Aglomerado de adesivo removido após inchamento com acetato de isoamila.

Nas áreas de manchas de ferrugem e ferrugem com adesivo impregnado, aplicou-se o gel citrato nas condições descritas na metodologia. Além de dificultar a migração do solvente, o gel permitia também uma aplicação localizada nas manchas evitando-se atingir áreas de pintura de ferrugem e aquarela (Figura 7).



Figura 7. Hidrogel aplicado sobre áreas de manchas da obra.



Figura 8. Swab com coloração marrom - amarela de resíduos das manchas retidas no hidrogel.

Aspectos importantes surgiram durante a limpeza e que definiram o tempo de aplicação. O primeiro está associado ao próprio aspecto visual do gel aplicado que permitia visualizar a intensidade da limpeza. Como os géis são transparentes, tornou-se fácil observar que os swabs tinham sua coloração alterada para uma cor marrom à medida que o gel removia as manchas (Figura 8), tornando-se cada vez mais claros quando não eram mais capazes de removê-las. É importante frisar que a cor original das manchas é semelhante à cor dos produtos formados entre o citrato e as espécies de ferro, entre outros íons, removidos [16]. Desse modo, a ausência de cor é um método que permite aferir a eficiência da limpeza e a acção do quelante.

O segundo aspecto foi em relação ao tempo de repouso do hidrogel que deveria ser o necessário para a remoção efetiva da mancha sem migração no tecido. Mesmo com o uso de gel e papel mata-borrão, há uma lenta migração da água usada como solvente imperceptível a olho desarmado. Em áreas próximas a áreas aquareladas, sensíveis à água, o tempo de repouso se limitava a cinco minutos no máximo, mesmo que a observação visual do swab indicasse que o gel seria capaz de remover mais a mancha de ferrugem. Nestas situações, o gel passava por todo o procedimento de aplicação, rinsagem e secagem, descritos na metodologia, até que a remoção desejada fosse alcançada. Em outras áreas, nas quais uma pequena migração não colocasse em risco às representações na obra, um tempo maior era permitido. Este tempo, porém, dependia da intensidade da mancha e, mesmo assim, não ultrapassou 25 minutos, tempo máximo observado para que a migração do solvente, imperceptível a olho desarmado, fosse a mínima possível.

O terceiro aspecto foi em relação à reaplicação do gel e acetato de isoamila até se obter uma unidade estética. Como as manchas possuíam diferentes intensidades, suas remoções foram inicialmente desiguais. Isto demandou que se priorizasse as manchas mais escuras inicialmente até se observar a tonalidade que se poderia alcançar com elas. Quando algumas manchas limpas destoavam das demais, novas aplicações eram feitas até que uma tonalidade semelhante fosse alcançada de modo a se alcançar uma homogeneidade na obra sem criar pontos de destaque que dificultassem a sua leitura. É importante citar novamente aqui o que foi discutido na introdução sobre ser inadequado uma remoção total das manchas que fazem parte da história da obra.

Em relação às áreas com apenas manchas de ferrugem, observou-se uma boa ação e controle do gel citrato. No caso das manchas de ferrugem com manchas de fungo, estas se mostravam

resistentes à ação deste gel, não havendo significativa alteração de sua cor. Desse modo, decidiu-se reduzir o pH para aumentar a solubilidade das manchas. O valor mínimo aceitável era o da água destilada, entre 5,5-6,5, devido à presença de H_2CO_3 resultante do equilíbrio com CO_2 atmosférico [17]. De acordo com a Figura 3, nesta faixa de pH o citrato não se encontra totalmente dissociado, havendo a presença de espécies protonadas, o que diminuiria sua eficiência como quelante. Desse modo, como já discutido na introdução, optamos por outro quelante, o oxalato. Este possui, em concentração majoritária, a sua espécie totalmente desprotonada nesta faixa de pH sendo, por isso, um quelante mais eficiente. Isto se observou na limpeza sendo que o swab da limpeza apresentou novamente coloração marrom - amarela, atribuída agora à formação do complexo de ferro com oxalato e as manchas tinham sua intensidade reduzida.

À medida que a limpeza era executada, a leitura da obra se tornava mais adequada. O seu tema central da figura no estilo de "ouroboros", se tornava cada vez mais visível. No início do restauro, como discutido na introdução, as manchas impediam de se observar o "ouroboros". Esta figura se tornou cada vez mais visível durante o procedimento. No momento em que a obra apresentou uma estética que permitiu sua apreciação, julgou-se que a limpeza havia alcançado seu objetivo. Outro critério que define a extensão da remoção da mancha é baseado no risco que esta causa ao suporte. No caso da obra em estudo, as manchas de ferrugem são em si uma parte importante de sua construção, então uma remoção total não seria também adequada. Sachdeva resume estas considerações:

> *Às vezes, uma mancha é identificada como parte da história do objeto e, nesses casos, a limpeza localizada é realizada apenas para remover matéria orgânica presente na mancha, que, de outra forma, aceleraria o processo de deterioração do têxtil. A coloração resultante da mancha costuma ser preservada e deixada como parte da narrativa do tecido e de seu encontro com a mancha. Caso a mancha seja um fenômeno indesejado ou acidental, que comprometa a aparência e a história do objeto, ela será removida ou disfarçada apenas na medida em que isso não prejudique a resistência e a cor do tecido.* [18] (Tradução dos autores)

Após toda limpeza, a obra foi umidificada pela névoa de um umidificador ultrassônico. Em seguida, uma placa Foam foi coberta por entretela e a obra foi disposta sobre ela e presa com alfinetes entomológicos, para que pudesse secar lentamente de forma planificada e retirar todos os vincos.

Por fim, mesmo que a aplicação do gel oxalato tenha sido realizada em pH levemente ácido, a obra foi desacidificada com Bookkeeper de modo que o pH da obra fosse levemente alcalino e, com isso, evitasse deterioração posterior por hidrólise ácida. Entre os métodos de desacidificação disponíveis, o Bookkeeper foi escolhido por ter sido avaliado anteriormente como um dos que causam menos alterações em aquarelas, uma parte fundamental da obra [19] e também poucas alterações em fibras têxteis de origem vegetal [20]. Sua aplicação na forma de spray também auxilia em causar menos danos ao permitir se aplicar uma pequena quantidade do material desacidificante [21].

O Bookkeeper foi borrifado sobre um papel neutro (pH 7) filifold até que o pH desta superfície alcançasse uma faixa de valor entre 8 e 10. A obra foi colocada sobre esse papel e seu pH foi monitorado ao longo de 1 semana até que este alcançasse um valor próximo a 8.

A Figura 9 apresenta a obra antes e após a conservação e restauro.

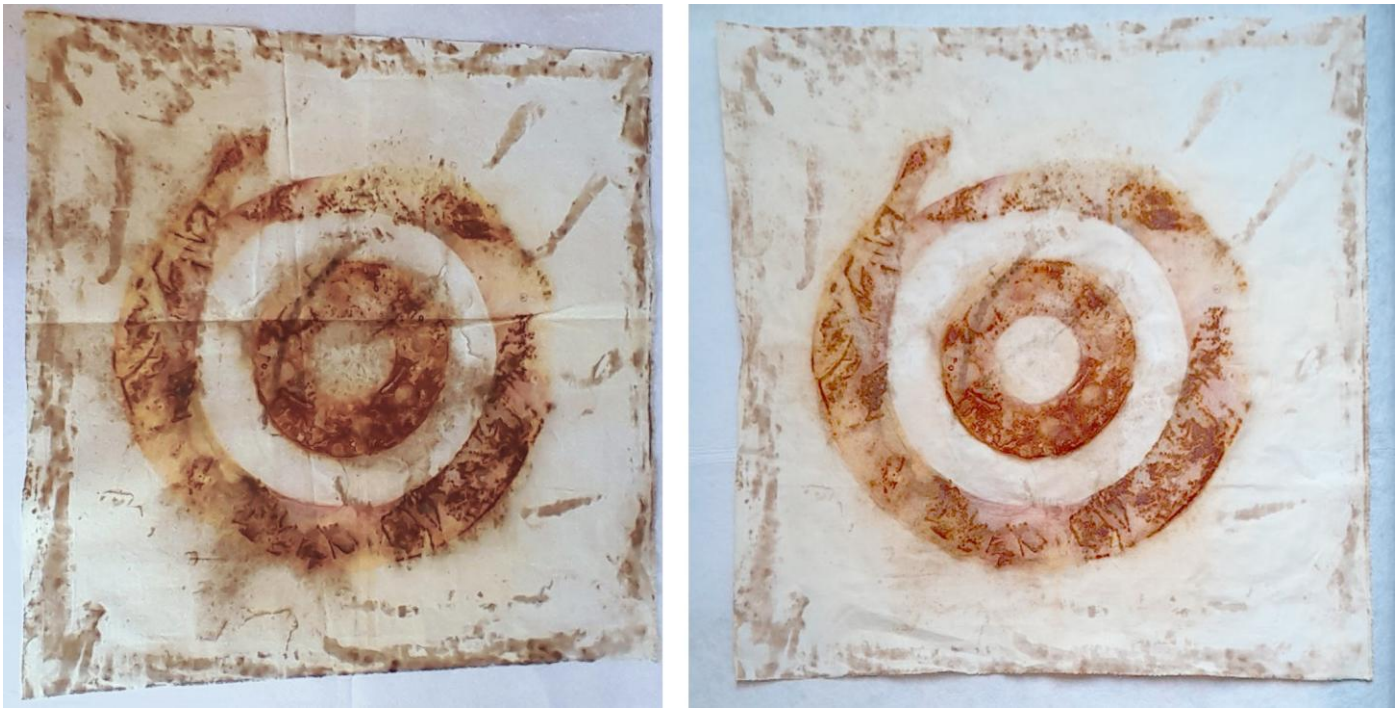


Figura 9. Obra: *a)* antes e *b)* após a conservação e restauro.

Conclusões

Tratar objetos de arte contemporânea é um desafio devido aos distintos diálogos que essas obras têm entre o material na qual se constituem, a intenção do artista e sua concepção de arte, e as distintas relações que essa criação terá com seu público.

O processo de restauro da obra em estudo exigiu um olhar atento e pouco mecanizado para todos os aspectos físicos e ontológicos da obra, que envolveram desde critérios de conservação de têxteis como objetos artísticos, o estudo da técnica artística da estampa em ferrugem e o conhecimento químico das propriedades de solventes, quelantes e géis.

O hidrogel com agente quelante correspondeu às expectativas e intenções de retirada de manchas e particulados que ameaçavam a integridade física do material, e ainda permitiu manter resquícios da história expositiva da obra e de sua relação com o tempo. Ele também foi coerente com o comportamento da fibra diante da umidade, mitigando qualquer tipo de dano que poderia ter-se apresentado ao longo do processo.

A proposta de tratamento aplicada foi capaz de proteger a obra de seus danos passados e de minimizar as possíveis deteriorações que o processo de limpeza poderia oferecer ao algodão. Ela também possibilitou a reformulação da leitura estética da obra sem ofender os parâmetros de comunicação entre obra e tempo que foram estabelecidos por Tânia Caçador, sua autora.

REFERÊNCIAS

1. Thompson, K.; Smith, M; Lennard, F., 'A literature review of analytical techniques for materials characterization of painted textiles –Part 1: categorizing painted textiles, sampling and the use of optical tools', *Journal of the Institute of Conservation* **40**(1) (2017) 64-82, https://doi.org/10.1080/19455224.2016.1269355.
2. Neira, L. G., 'Têxteis como patrimônio cultural', *Cultura Histórica e Patrimônio* **3**(1) (2015) 5-23.
3. Tavares, A. F., 'A Estamparia tradicional de tecidos da Romagna', in *Circolo Emilia-Romagna di San Paolo-Brasile*, https://circoloemiliaromagnadisanpaolo.blogspot.com/2018/02/la-stampa-ruggine-della-romagna.html (accesso em 2025-07-30)
4. Eastop, D.; Brooks, M. M., 'To clean or not to clean: the value of soils and creases', in *ICOM committee for conservation, 11th triennial meeting in Edinburgh, Scotland, 1-6 September 1996. Preprints*, ICOM-CC, Edimburgo (1996) 687-691.
5. Miao, B.; Zhao, Z.; Guo, P., 'Cleaning iron rust compounds from cotton textiles: application to Qing Dynasty armor', *Heritage Science* **11**(56) (2023), https://doi.org/10.1186/s40494-023-00885-9.

6. Timár Balázsy, A.; Györk, M.; Csányi, S., 'Effect of stains and stain removal on historical textiles', in *ICOM Committee for Conservation tenth triennial meeting, Washington, DC, 22-27 August 1993. Preprints,* ICOM-CC, Washington (1993) 330-335.
7. Tímár-Balázsy, Á.; Eastop, D., *Chemical principles of textile conservation*. Routledge, Oxford (2012).
8. Haldane, E., 'So that's why textile conservation has such a big studio!', *Conservation Journal* **32** (1999) 17-20, Journal 32 Text pages (acesso em 2025-08-06).
9. Smets, A.; De Vis, K.; Ortega-Saez, N., 'A challenging treatment of an 18th century embroidered textile using gel cleaning in combination with decamethylcyclopentasiloxane (D5) silicone solvent barriers', *Conservar Património* **31** (2019) 41-52, https://doi.org/10.14568/cp2018023.
10. Gutz, I. G. R., *CurTiPot - pH e curvas de titulação potenciométrica: Análise e Simulação, versão 4.3.1*, http://www.iq.usp.br/gutz/Curtipot.html (acesso em 2024-11-02).
11. Stavroudis, C.; Blank, S., 'Solvents & sensibility', *WAAC Newsletter* **11**(2) (1989) 2-10, http://cool.conservation-us.org/waac/wn/wn11/wn11-2/wn11-202.html (acesso em 2025-08-06).
12. Baglioni, P.; Berti, D.; Carretti, E.; Dei, L.; Fratini, E., 'Nanoscience for art conservation: oil-in-water microemulsions embedded in a polymeric network for the cleaning of works of art', *Angewandte Chemie* **48**(47) (2009) 8966-8969, https://doi.org/10.1002/anie.200904244.
13. Guilminot, E., 'The use of hydrogels in the treatment of metal cultural heritage objects', *Gels* **9**(3) (2023) 191, https://doi.org/10.3390/gels9030191.
14. Khaksar-Baghan, N.; Koochakzaei, A.; Hamzavi, Y., 'An overview of gel-based cleaning approaches for art conservation', *Heritage Science* **12** (2024) 248, https://doi.org/10.1186/s40494-024-01369-0.
15. 'Tira Ferrugem', in *Semorin*, https://semorin.com.br/produtos/tira-ferrugem-semorin/ (acesso em 2024-10-08).
16. Gautier-Luneau, I.; Merle, C.; Phanon, D.; Lebrun, C.; Biaso, F.; Serratrice, G.; Pierre, J. L., 'New trends in the chemistry of iron (III) citrate complexes: correlations between X-ray structures and solution species probed by electrospray mass spectrometry and kinetics of iron uptake from citrate by iron chelators', *Chemistry–A European Journal* **11**(7) (2005) 2207-2219, https://doi.org/10.1002/chem.200401087.
17. Talling, J. F., 'pH, the CO_2 system and freshwater science', *Freshwater Reviews* **3**(2) (2010) 133-146, https://doi.org/10.1608/FRJ-3.2.156.
18. Sachdeva, K.; Suri, M.; Bhagat, S., 'Efficacy of enzymes and other stain removal techniques in museum textiles', *International Journal of Research in Applied Science and Engineering Technology* **8**(3) (2020) 1293-1298, https://doi.org/10.22214/IJRASET.2020.3238.
19. Jeżewska, E.; Kurkowska, J.; Załęska, K.; Zatorska, A., 'Studies on watercolour deacidification by means of the Bookkeeper preparation', *Optics for Arts, Architecture, and Archaeology IV* **8790** (2013) 879013, https://doi.org/10.1117/12.2020347.
20. Nani, A.; Ricci, C.; Gatti, A.; Agostino, A., 'A study and comparative analysis of the action of the deacidifying products bookkeeper® and nanorestore paper® on plant textile fibres', *Heritage* **8**(7) (2025) 287, https://doi.org/10.3390/heritage8070287.
21. Daniels, V., 'Colour changes of watercolour pigments during deacidification', *Studies in Conservation* **27**(sup1) (1982) 66-70, https://doi.org/10.1179/sic.1982.27.Supplement-1.66.

RECEBIDO: 2025.8.9
REVISTO: 2025.11.17
ACEITE: 2026.3.11
ONLINE: 2026.6.3

Licenciado sob uma Licença Creative Commons
Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 International.
Para ver uma cópia desta licença, visite
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.pt.