

VI ENCONTRO  
LUSO-BRASILEIRO  
CONSERVAÇÃO E RESTAURAÇÃO  
CONEXÕES 2021

## Desafios na formação do conservador-restaurador durante a pandemia COVID-19: alternativas para o ensino remoto de Ciência da Conservação

Thiago Sevilhano Puglieri

tspuglieri@ufpel.edu.br (autor apresentador)

Departamento de Museologia, Conservação e Restauro, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Brasil

Laís Sidou

Departamento de Museologia, Conservação e Restauro, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Brasil

Palavras-Chave: formação; ensino remoto; Ciência da Conservação; polímeros; pH.  
Keywords: formation; online teaching; Conservation Science; polymers; pH.

### 1. Introdução

A pandemia da COVID-19 trouxe impactos imensuráveis nos mais diversos setores, como sociais, econômicos e políticos. Nas universidades, a impossibilidade de conduzir aulas experimentais culminou na não oferta de disciplinas ou na adaptação de atividades práticas, de modo a permitir que os alunos pudessem desenvolvê-las em suas próprias residências. Aspectos como evasão estudantil, qualidade e adaptação a plataformas on-line de ensino, ações de saúde mental e reorganização da estrutura assistencial estiveram sempre em discussão e, em contextos em que se julgou possível a adaptação de aulas experimentais, o desafio evidente era: como fazer tais adaptações gerando o menor impacto possível na qualidade do ensino? No caso do curso de Conservação e Restauração de Bens Culturais Móveis da UFPel, algumas disciplinas foram adaptadas e aqui compartilhamos alternativas de aulas dentro da Ciência da Conservação. Dois temas foram selecionados: 1) polímeros: estrutura das cadeias poliméricas e propriedades físicas; e 2) medidas de pH e reações de neutralização.



UFPel



ACORRS  
Associação dos conservadores e restauradores de bens culturais do Rio grande do sul



## 2. Metodologia

Para o primeiro tema, adaptações foram feitas num experimento em que se prepara um polímero pela mistura de polivinil álcool (PVA) com bórax. Na literatura, essa reação é encontrada em experimentos sobre *slime*, “geleca” ou “bolinha que quica”. O procedimento proposto foi o seguinte: 1) num copo, adicionar uma colher de chá de bicarbonato de sódio (aproximadamente 6,5g) e, em seguida, 50mL de água boricada, mexer e reservar; 2) numa tigela, adicionar 60g de cola branca escolar (PVA), algumas gotas de corante alimentício (opcional), mexer, observar e documentar a textura da mistura; 3) mexer a solução preparada de água boricada com bicarbonato de sódio e adicionar uma colher de chá dessa mistura na cola; misturar, observar e documentar a textura, comparando-a com a anterior; e 4) repetir o item 3 por mais duas vezes, totalizando três adições.

Para o segundo tema, adaptações foram feitas num experimento frequentemente conhecido como indicador de pH com repolho roxo. O procedimento proposto foi o seguinte: 1) picar  $\frac{1}{4}$  de um repolho roxo, colocar na panela e tampar, cobrir com água e ferver por 20 minutos; 2) deixar esfriar e coar, reservando o caldo (extrato); 3) em seis copos, adicionar, respectivamente, suco de um limão, um pouco de vinagre, água, álcool, água sanitária e um pouco de bicarbonato de sódio dissolvido em água; 4) adicionar, em cada copo, um pouco do extrato do repolho roxo; 5) capturar fotos para comparar e discutir as cores das soluções obtidas; e 6) adicionar uma colher de sopa da solução de bicarbonato de sódio na solução do suco de limão, anotando a mudança de cor observada (se houver). Seguir fazendo essa adição para documentar as mudanças de cores, capturando fotos quando ocorrerem.

## 3. Resultados e discussão

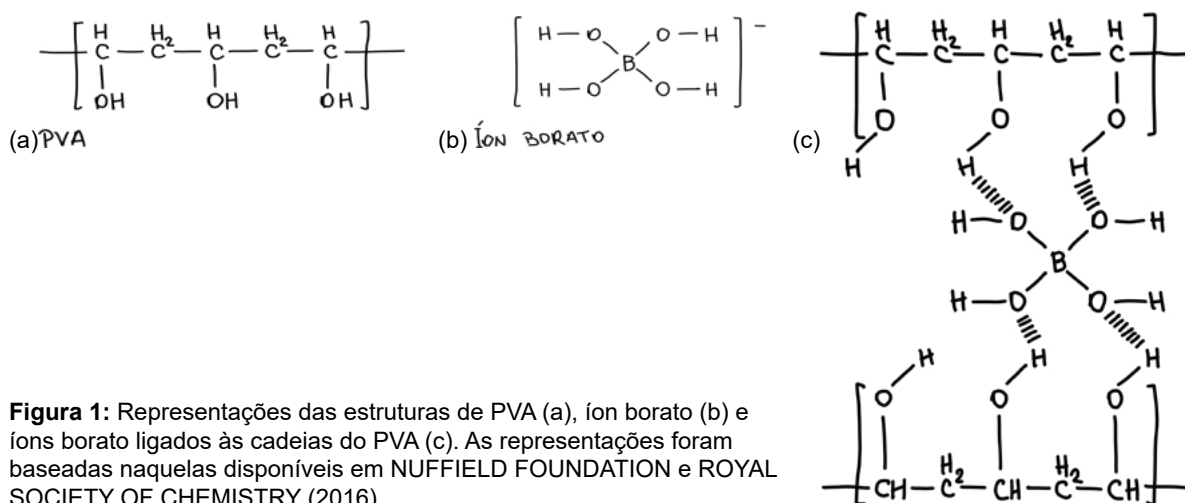
Os polímeros são macromoléculas presentes em muitos objetos, incluindo os bens culturais, como pinturas, esculturas, fotografias e objetos de *design*. Entre outras coisas, as características físicas dos polímeros dependem da estrutura das cadeias poliméricas.

Podemos ter, por exemplo, polímeros lineares, ramificados, com ligações cruzadas ou em rede (CALLISTER, 2018). Enquanto os lineares apresentam cadeias flexíveis não ramificadas, como é o caso do polietileno, os ramificados apresentam ramificações laterais nas cadeias principais, o que leva a uma diminuição da densidade no polímero, como no caso do polietileno de baixa densidade. Os com ligações cruzadas, por outro lado, apresentam cadeias lineares adjacentes unidas a outras em várias posições por meio de ligações cruzadas. Isso diminui a mobilidade das cadeias, e muitos dos materiais elásticos são dessa classe. Já os polímeros em rede são redes tridimensionais formadas por monômeros multifuncionais que fazem três ou mais ligações covalentes. Por conta disso, são geralmente rígidos, e um exemplo são os epóxis.

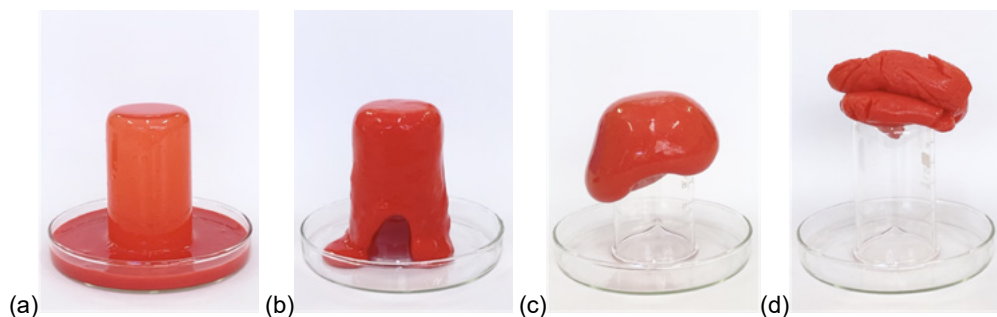
Em bens culturais, os processos de degradação ou outras transformações químicas levam a modificações das estruturas das cadeias poliméricas e consequentes modificações das suas propriedades físicas (SHASHOUA, 2012), similarmente ao que vimos acima. Para preservá-los, é importante entender esses processos e, com o objetivo de visualizar essas mudanças de propriedades físicas de uma forma simples e dinâmica, usamos o experimento de PVA com bórax.

Ao misturar PVA e bórax em meio aquoso, tem-se cadeias poliméricas de PVA (Figura 1a) e íons borato (Figura 1b). Os íons borato podem fazer ligações fracas com grupos OH das cadeias do polímero, ligando uma cadeia à outra e formando ligações cruzadas (Figura 1c) (NUFFIELD FOUNDATION; ROYAL SOCIETY OF CHEMISTRY, 2016). É interessante notar que quanto mais bórax estiver presente no sistema, mais ligações cruzadas serão formadas, e menos movimento será permitido para as cadeias, tornando o polímero cada vez mais rígido (REZENDE; BRAIBANTE, 2010).

Para visualizar essas alterações de propriedades físicas com a mudança da estrutura das cadeias poliméricas, pode-se comparar o comportamento do PVA sem bórax e do PVA na presença de quantidades crescentes de bórax, como mostrado na Figura 2. Quantidades semelhantes de PVA misturadas com diferentes quantidades de bórax foram colocadas sobre um copo de Becker virado com o fundo para cima e, após 10 minutos de “escoamento”, fotografias foram obtidas. Fica nítido, portanto, que quanto mais ligações cruzadas se tem nesse sistema (aumentando de ‘a’ para ‘d’), menos flexível fica o polímero. Essa propriedade influencia diretamente nas características de, por exemplo, tintas, vernizes e adesivos utilizados na produção, conservação e restauro dos bens culturais. O vídeo desse experimento pode ser acessado no canal do YouTube “Química, Arte e Autenticação” (PUGLIERI, 2021).



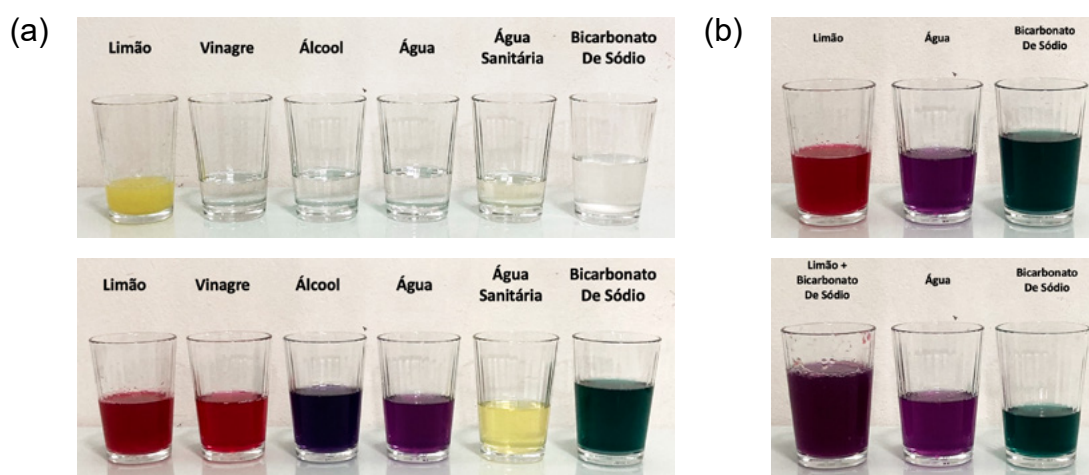
**Figura 1:** Representações das estruturas de PVA (a), íon borato (b) e íons borato ligados às cadeias do PVA (c). As representações foram baseadas naquelas disponíveis em NUFFIELD FOUNDATION e ROYAL SOCIETY OF CHEMISTRY (2016).



**Figura 2:** Fotografias de PVA sem bórax (a), PVA com uma colher de chá da solução de água boricada com bicarbonato de sódio (b), PVA com duas colheres de chá da solução de água boricada com bicarbonato de sódio (c) e PVA com três colheres de chá da solução de água boricada com bicarbonato de sódio (d). As fotografias foram obtidas após 10 minutos de “escoamento” sobre os copos de Becker e evidenciam como o aumento do número de ligações cruzadas nos polímeros muda suas propriedades físicas.

Outro fator que altera propriedades físico-químicas de polímeros é o pH do meio. O pH está envolvido em muitos processos químicos nos bens culturais e, frequentemente, relaciona-se com degradação. Em objetos de papel, por exemplo, a acidez promove degradação, e um dos tratamentos para sua conservação é a desacidificação, que é a neutralização do ácido através da adição de uma base. Nesse processo, a compreensão de pH, de medidas de pH e de reações de neutralização é fundamental. Medidas de pH são utilizadas tanto na investigação do estado de conservação de bens culturais quanto em atividades de conservação preventiva e restauração. Essas medidas podem ser feitas com o uso de pHmetros ou indicadores visuais de pH e, neste experimento, demonstra-se o uso de indicadores naturais como alternativa pedagógica para entender os indicadores visuais. O uso de indicadores naturais é bastante conhecido na literatura (TERCI; ROSSI, 2002; GOUVEIA-MATOS, 1999; GEPEQ, 1995) e aqui trabalhou-se com extrato de repolho roxo.

Os indicadores visuais de pH se baseiam em substâncias que mudam de cor de acordo com o valor de pH do meio. Seis diferentes soluções (ou líquidos) foram selecionadas, contendo diferentes valores de pH: suco de limão, vinagre, álcool, água, água sanitária e solução de bicarbonato de sódio. A Figura 3a mostra os resultados obtidos, sendo que as cores referentes a diferentes pHs também podem ser observadas na literatura (CARDOSO *et al.*, 2012). Apenas como exemplificação, vemos as colorações verde e amarelo para alguns pHs básicos e vermelho para alguns pHs ácidos. A partir disso, pode-se fazer o uso dessas soluções para exemplificação do processo de desacidificação. Nesse caso, ao misturar a solução do suco de limão com a solução de bicarbonato de sódio, observa-se a mudança de coloração de vermelho (ácido) e verde (básico) para roxo na mistura, indicando que foi atingido um pH próximo à neutralidade, com coloração semelhante à de água misturada com o extrato de repolho roxo.



**Figura 3:** (a) Fotografias das soluções com diferentes pHs usadas no experimento antes (imagem superior) e depois (imagem inferior) da adição do extrato de repolho roxo. (b) Fotografias das soluções usadas para o experimento de desacidificação da solução de limão com a solução de bicarbonato de sódio. A imagem superior é de antes, e a imagem inferior é de depois da neutralização. O copo de água misturada com extrato de repolho roxo foi inserido com propósitos comparativos, indicando a coloração de pH próximo à neutralidade.

## 4. Considerações finais

O ensino de temas ligados à Ciência da Conservação na modalidade remota demandou adaptação e reestruturação de atividades práticas dentro do plano de ensino de disciplinas do curso de Conservação e Restauração de Bens Culturais Móveis da UFPel. Ao planejar essas alterações, priorizamos experimentos cujos materiais fossem de fácil acesso e que pudessem ser executados com segurança dentro do ambiente residencial pelos alunos. As atividades foram propostas com o objetivo único de auxiliar na visualização e compreensão de determinados fenômenos, devendo ser contextualizadas em conteúdos teóricos específicos.

Com os experimentos, os alunos puderam melhor assimilar como as estruturas das cadeias poliméricas afetam as propriedades físicas dos polímeros, como é o funcionamento de um medidor de pH visual e como funciona uma reação de neutralização.

O processo de aprendizagem de questões relativas à Ciência da Conservação foi enriquecido pela realização dos experimentos propostos ao permitir que os estudantes interagissem com o conteúdo. Ressaltamos a importância da contínua avaliação e reformulação de práticas didáticas da Ciência da Conservação, buscando estender a acessibilidade das mesmas, democratizando o acesso ao conhecimento e minimizando os impactos de situações não convencionais na aprendizagem. Destacamos ainda que essas atividades podem ser usadas em outras áreas do conhecimento, incluindo o ensino médio de química.

### • Referências

CALLISTER, W. D.; RETHWISCH, D. G. **Materials science and engineering: an introduction**. New York: Wiley, 2018.

CARDOSO, P. H. F. *et al.* O extrato de *Brassica oleracea* var. Capitata (repolho roxo) para substituição dos indicadores convencionais de pH. In: **52º CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA**. Recife, 2012. Anais... Recife: Associação Brasileira de Química, 2012.

GEPEQ. Extrato de repolho roxo como indicador universal de pH. **Química Nova na Escola**, n. 1, p. 32- 33, 1995.

GOUVEIA-MATOS, J. A. de M. Mudanças nas cores dos extratos de flores e do repolho roxo. **Química Nova na Escola**, v. 10, n. 6, 1999.

NUFFIELD FOUNDATION; ROYAL SOCIETY OF CHEMISTRY. **PVA polymer slime**. Disponível em: <<https://edu.rsc.org/experiments/pva-polymer-slime/756.article>>. Acesso em: 29 jun. 2021.

PUGLIERI, T. S. **Polímero, Química, Arte & SLIME: Química, Arte & Autenticação**. Pelotas, 13 jul. 2021. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=dKQ701ir03c>>. Acesso em: 14 jul. 2021.

REZENDE, C. M.; BRAIBANTE, H. T. S. **A química perto de você: experimentos de baixo custo para a sala de aula do ensino fundamental e médio.** São Paulo: Sociedade Brasileira de Química, 2010.

SHASHOUA, Y. **Conservation of plastics: materials science, degradation and preservation.** Oxfordshire: Routledge, 2012.

TERCI, D. B. L.; ROSSI, A. V. Indicadores naturais de pH: usar papel ou solução? **Química Nova**, v. 25, n. 4, p. 684-688, 2002.