



## Contribuição para o Desenvolvimento de Técnica de Plastinação com Polivinil Acetato

### Contribution to the Development of Plastination Technique with Polyvinyl Acetate

Bruno Antonioli de Anhaia<sup>1</sup>, Carolina Drum Carniel<sup>2</sup>, Fernando Carlos Sousa<sup>3</sup>

#### RESUMO

A plastinação é uma alternativa ao uso do formaldeído na preservação de material biológico. Essa técnica envolve a substituição da água e parte dos lipídios dos tecidos biológicos por polímeros sintéticos curáveis. Entretanto, a técnica tradicional de plastinação envolve insumos e equipamentos que encarem o procedimento. Em geral os polímeros utilizados em plastinação são formulações patenteadas a base de silicone ou poliéster. Este trabalho busca contribuir com o desenvolvimento de uma técnica alternativa de plastinação que emprega um polímero a base de polivinil acetato. Foi avaliada a compatibilidade dessa técnica com fixação em formaldeído e com protocolos de desidratação em temperatura ambiente e por substituição a frio utilizando acetona ou etanol como solventes intermediários. A técnica se mostrou compatível com a fixação em formaldeído e com todas as formas de desidratação testadas. A desidratação por substituição a frio com acetona é a que produz melhores resultados, mas com custo financeiro mais alto. A desidratação com etanol em temperatura ambiente produz resultados satisfatórios com menor custo financeiro. A técnica causa retração e perda da massa nas peças plastinadas, mas preserva a sua morfologia.

**PALAVRAS-CHAVE:** anatomia; formaldeído; polímeros; preservação.

#### ABSTRACT

Plastination is an alternative to the use of formaldehyde in the preservation of biological material. This technique involves replacing the water and some of the lipids in biological tissues with curable synthetic polymers. However, the traditional plastination technique involves products and equipment that can be costly. Typically, the polymers used in plastination are patented formulations based on silicone or polyester. This study aims to contribute to the development of an alternative plastination technique using a polyvinyl acetate-based polymer. The compatibility of this technique with formaldehyde fixation and dehydration protocols at room temperature and freeze-substitution using acetone or ethanol as intermediate solvents was evaluated. The technique was found to be compatible with formaldehyde fixation and all tested forms of dehydration. Freeze-substitution with acetone produced the best results but at a higher financial cost. Dehydration with ethanol at room temperature yielded satisfactory results with lower financial expenses. The technique does cause shrinkage and loss of mass in the plastinated specimens but preserves their morphology.

**KEYWORDS:** anatomy; formaldehyde; polymers; preservation.

<sup>1</sup> Bolsista CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico). Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil. E-mail: brunoantonioli@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 5525308991177114.

<sup>2</sup> Acadêmica do Curso de Ciências Biológicas. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil. E-mail: carolinadruncarniel@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 4474534225499626.

<sup>3</sup> Docente da Coordenação de Ciências Biológicas. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil. E-mail: fernandosousa@utfpr.edu.br. ID Lattes: 1004312837873706.

## INTRODUÇÃO

A imersão de cadáveres e/ou peças anatômicas em soluções fixadoras à base de formaldeído é amplamente utilizada como forma de preservação de acervos em laboratório de anatomia (PFEIL et al., 2020). O formaldeído apresenta como vantagem seu baixo custo financeiro, entretanto, apresenta alto passivo ambiental e considerável risco à saúde das pessoas por tratar-se de um agente volátil, irritante para mucosas, mutagênico e carcinogênico (ZDILLA, 2021).

A plastinação é uma forma de preservação de material biológico que envolve a substituição da água e parte dos lipídeos presentes nos tecidos por um polímero sintético curável. A plastinação foi originalmente desenvolvida para o uso de polímeros de silicone ou poliéster como agentes de impregnação de tecidos biológicos (HAGENS; TIEDEMAN; KRIZ, 1987). Entretanto, os polímeros tradicionalmente utilizados em plastinação são produtos patenteados, e o processo de plastinação apresenta custos elevados e pouco acessíveis para países subdesenvolvidos.

O Laboratório de Anatomia e Fisiologia Humana da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – (UTFPR) Campus Dois Vizinhos, tem trabalhado no desenvolvimento de técnicas alternativas de plastinação. Busca-se utilizar insumos e procedimentos com menor custo financeiro, mas que ao mesmo tempo permitam boa preservação do material biológico, baixo risco para a saúde humana e baixo passivo ambiental. Neste trabalho serão apresentados estudos realizados com o uso de uma formulação a base de polivinil acetato (PVAc) modificada para uso em plastinação.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho nenhum animal foi submetido a eutanásia, foram utilizadas peças anatômicas de acervo de laboratório. As etapas de plastinação foram baseadas em Tianzhong, Jingren e Kermin (1998) com modificações para o uso de um polímero a base de PVAc em desenvolvimento pelo Laboratório de Anatomia e Fisiologia Humana da UTFPR Campus Dois Vizinhos.

Todos os espécimes utilizados foram realizados experimentos com desidratação em temperatura ambiente ou com substituição a frio (-25°C). Para a desidratação em temperatura ambiente as peças passaram por banhos em concentrações crescentes de etanol e acetona iniciando em 70% e subindo gradualmente para 80%, 90%, 95% e 100%. Para a desidratação por substituição a frio foram utilizados banhos sucessivos de etanol e acetona sempre a 100%.

Todo o processo de impregnação foi realizado em temperatura ambiente. A impregnação foi feita alternando-se períodos de impregnação passiva e forçada. Na impregnação passiva a peça foi mantida completamente submersa no polímero em pressão atmosférica. Na impregnação forçada a peça submersa em polímero foi alocada em recipiente fechado ligado a uma bomba de vácuo e a pressão reduzida gradualmente causando a evaporação do solvente intermediário e forçando o polímero a ocupar os espaços no material biológico. A impregnação foi feita alternando-se períodos de impregnação passiva e forçada. O processo de impregnação foi monitorado visualmente, observando-se o borbulhamento do polímero durante a impregnação forçada. Quando cessava o borbulhamento mesmo com pressão de -10 mmHg considerava-se que a impregnação estava completa.

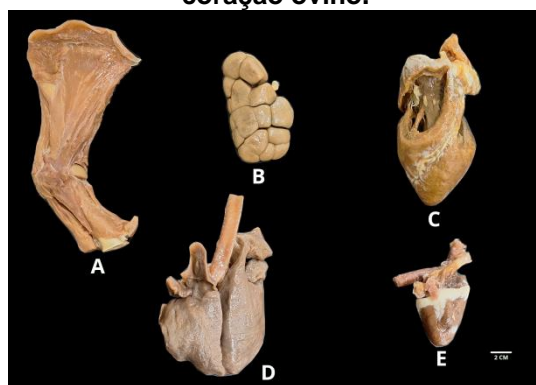
Para o processo de cura o excesso de polímero sobre a peça foi manualmente removido, as estruturas posicionadas com o auxílio de alfinetes e fios de nylon. Nas peças

produzidas foi analisada a compatibilidade da técnica de plastinação com o uso de formaldeído como fixador, os efeitos dos diferentes métodos de desidratação testados, a retração tecidual e o aspecto anatômico das peças produzidas.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A fixação por formaldeído se mostrou compatível com a plastinação pela formulação de PVAc utilizada (figura 1). Isso representa uma excelente característica para o polímero, já que a maioria dos acervos em laboratórios de anatomia utilizam esse fixador. Desta forma é possível reduzir o uso de formaldeído pela conversão de acervos de peças fixadas em formaldeído para acervos plastinados.

**Figura 1. Aspecto de peças anatômicas fixadas em formaldeído e plastinadas com polímero a base de polivinil acetato. A – ombro ovino, B – rim bovino, C – Coração suíno, D – pulmão ovino e E – coração ovino.**



Fonte: Autoria própria, 2023.

Todos os métodos de desidratação testados se mostraram compatíveis com a técnica de plastinação em desenvolvimento (figura 2). Observamos que a desidratação em etanol apresenta menor custo financeiro em relação à acetona. Todos os métodos de desidratação testados causaram redução na massa e retração em todas as peças anatômicas testadas. Peças de sistema nervoso são particularmente suscetíveis à retração devido ao alto teor de água presente no tecido nervoso. A substituição a frio produz menor retração tecidual em relação a desidratação em temperatura ambiente. Em encéfalos a substituição a frio por etanol ou acetona produziu retração, respectivamente de 8 e 10%, enquanto que a desidratação em temperatura ambiente por etanol e acetona produziu retração, respectivamente de 38 e 40%.

A substituição a frio é o melhor protocolo de desidratação do ponto de vista da preservação do tamanho natural das peças anatômicas. Entretanto, esse procedimento implica no custo adicional do equipamento de resfriamento e no consumo de eletricidade. Além do risco de manutenção de vapores inflamáveis dentro de um equipamento elétrico. A desidratação em temperatura ambiente, apesar de causar maior retração tecidual, preserva satisfatoriamente a morfologia de peças anatômicas.

Para as peças produzidas neste trabalho, a perda de massa durante a desidratação em etanol ambiente, acetona em temperatura ambiente, etanol à -25°C e acetona a -25°C foi, respectivamente 20%, 30%, 39% e 41%. Conforme apresentado na figura 1, o tempo de impregnação variou entre de quatro a 18 dias, sendo proporcional à massa da peça. Segundo Tianzhong, Jingren e Kermin (1998) a alternância entre períodos de impregnação ativa e períodos de impregnação passiva permite o relaxamento da peça e a penetração mais lenta e gradual do polímero. A formulação de polímero a base de PVAc em desenvolvimento pelo Laboratório de Anatomia e Fisiologia Humana da UTFPR

Campus Dois Vizinhos é compatível com impregnação em temperatura ambiente e pode ser reaproveitado em sucessivas utilizações.

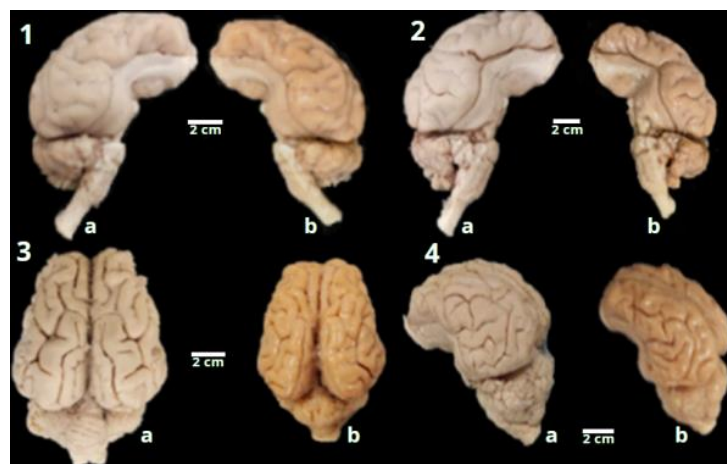
**Figura 2. Aspecto de encéfalos ovinos fixadas em formaldeído antes (1) e após desidratação em temperatura ambiente por etanol (2) ou acetona (3) ou por substituição a frio (-25°C) com etanol (4) ou acetona (5).**



Fonte: Autoria própria, 2023.

A última etapa do processo da plastinação é a cura e ocorre pela solidificação do polímero (figura 2). De acordo com Xavier (2019), para os melhores resultados com polímeros a base PVAc é essencial que cura ocorra de forma lenta.

**Figura 2 – Aspecto de encéfalos fixados em formaldeído 10% e desidratados por substituição a frio com etanol (1) ou acetona (2) ou desidratados em temperatura ambiente com etanol (3) ou acetona (4), antes (a) ou após (b) plastinação com polímero a base de polivinil acetato.**



Fonte: autoria própria, 2023.

Durante o processo de cura observou-se retração e perda adicional de massa nas peças, entretanto, com preservação da morfologia das estruturas anatômicas. A coloração amarelada das peças plastinadas nas figuras 1 e 2 deve-se a presença de glicerina na composição do polímero utilizado. A glicerina atua como conservante e agente plasticizante, entretanto, contribui para coloração amarelada (CARVALHO *et al.*; 2013).

## CONCLUSÃO

Com a técnica utilizada neste trabalho é possível produzir peças anatômicas plastinadas que podem ser mantidas em temperatura ambiente, não possuem odor, não representam risco à saúde das pessoas e nem ao meio ambiente. A técnica causa

retração e redução na massa, mas preserva satisfatoriamente a morfologia das estruturas anatômicas. O procedimento é compatível com fixação em formaldeído e com desidratação por substituição a frio ou desidratação em temperatura ambiente, podendo-se utilizar etanol ou acetona como solventes intermediários. A formulação de polímero testada é compatível com impregnação em temperatura ambiente e pode ser reaproveitada.

## **Agradecimentos**

Os autores agradecem ao CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo apoio financeiro para a realização desta pesquisa.

## **Conflito de interesse**

Não há conflito de interesse.

## **REFERÊNCIAS**

CARVALHO, Y. K. et al. **Avaliação do uso da glicerina proveniente da produção de biodiesel na conservação de peças anatômicas.** *Pesq. Vet. Bras*, 2013

XAVIER, G. C. G. **O USO DE POLIVINIL ACETATO (PVAc) NA PLASTINAÇÃO DE PEÇAS ANATÔMICAS.** 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas) Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2019.

HAGENS, G. V.; TIEDEMANN, K.; KRIZ, W. **The current potential of plastination.** *Anatomy And Embryology*, v. 175, p.411-421,1987.

ZDILLA, M. J. Local exhaust ventilation systems for the gross anatomy laboratory. **Morphologie** v. 105 p. 237-246, set de 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33279395/>

PFEIL, S., et al. Low cost and effective reduction of formaldehyde in gross anatomy: long throw nozzles and formaldehyde destruction using InfuTrace. **Environ Sci Pollut Res.** v. 25, p. 45189-45208, dez de 2020. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-020-09961-0>

TIANZHONG Z.; JINGREN L.; KERMING Z. Plastination at Room Temperature. **The Journal of Plastination**, v. 13, dez de 1998. Disponível em: <https://journal.plastination.org/articles/plastination-at-room-temperature/>