

Avaliação de técnicas alternativas e combinadas para conservação de peças anatômicas cardíacas de galinha (*Gallus gallus domesticus*): um estudo comparativo

Evaluation of alternative and combined techniques for the preservation of chicken cardiac anatomical specimens (*Gallus gallus domesticus*): a comparative study

Evaluacion de tecnicas alternativas y combinadas para la conservacion de piezas anatomicas cardiacas de gallina (*Gallus gallus domesticus*): un estudio comparativo

DOI: 10.55905/asuscv4n1-001

Recebido: 30/06/2026

Aceito: 20/07/2026

Edward Raksa¹
Charyane Satie Sato²

RESUMO

O uso do formaldeído como agente conservante de peças anatômicas constitui prática consolidada desde o século XIX; contudo, sua toxicidade comprovada impõe riscos à saúde humana e ao meio ambiente, motivando a busca por alternativas viáveis. O presente estudo avaliou a eficácia de técnicas combinadas de conservação aplicadas a corações de galinha (*Gallus gallus domesticus*), com ênfase na redução ou substituição do formaldeído por álcool etílico (70% e 95%), cloreto de sódio (30%), glicerina, óleo vegetal de canola e peróxido de hidrogênio (10%). Foram processadas 16 amostras submetidas a protocolos distintos compostos por etapas sequenciais de fixação, conservação e acabamento, avaliadas macroscopicamente quanto a coloração, consistência, odor e grau de hidratação. Os resultados evidenciaram que concentrações reduzidas de formaldeído (1% a 3%), associadas ao cloreto de sódio e ao álcool etílico 70%, promoveram conservação satisfatória com menor toxicidade. A glicerina demonstrou papel fundamental na manutenção da hidratação e plasticidade, sendo seu tempo de imersão variável crítica; uso por período inferior a duas semanas resultou em desidratação progressiva. O peróxido de hidrogênio mostrou eficiência no clareamento das peças, porém acelerou a desidratação quando utilizado por períodos superiores a um dia. O óleo vegetal de canola, testado como substituto da glicerina, apresentou resultados inferiores. Conclui-se que a combinação de álcool etílico 70%, formaldeído em concentrações de 1–3% e glicerina por período mínimo de duas semanas representa alternativa promissora para conservação anatômica com menor impacto tóxico e custo acessível.

Palavras-chave: conservação anatômica, formaldeído, glicerina, álcool etílico, cloreto de sódio, peróxido de hidrogênio, *Gallus gallus domesticus*.

¹ Graduando em Farmácia, Centro Universitário Santa Cruz, Curitiba, Paraná, Brasil.

E-mail: edward.raksa@gmail.com

² Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental – Ciências Ambientais, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil. E-mail: charyane.sato@unisantacruz.edu.br

ABSTRACT

The use of formaldehyde as a preservative agent for anatomical specimens has been a consolidated practice since the nineteenth century, however, its proven toxicity poses risks to human health and the environment, motivating the search for viable alternatives. This study evaluated the effectiveness of combined conservation techniques applied to chicken (*Gallus gallus domesticus*) cardiac specimens, emphasizing the reduction or substitution of formaldehyde with ethyl alcohol (70% and 95%), sodium chloride (30%), glycerin, canola vegetable oil, and hydrogen peroxide (10%). Sixteen samples underwent distinct protocols composed of sequential fixation, conservation, and finishing steps, evaluated macroscopically for coloration, consistency, odor, and degree of hydration. Results showed that reduced formaldehyde concentrations (1%–3%), combined with sodium chloride and 70% ethyl alcohol, promoted satisfactory preservation with lower toxicity. Glycerin played a fundamental role in maintaining hydration and plasticity, immersion time was a critical variable, with periods shorter than two weeks resulting in progressive dehydration. Hydrogen peroxide proved efficient for specimen bleaching but accelerated dehydration when applied for more than one day. Canola vegetable oil, tested as a glycerin substitute, yielded inferior results. It is concluded that the combination of 70% ethyl alcohol, formaldehyde at 1–3%, and glycerin for a minimum of two weeks represents a promising alternative for anatomical preservation with lower toxic impact and accessible cost.

Keywords: anatomical conservation, formaldehyde, glycerin, ethyl alcohol, sodium chloride, hydrogen peroxide, *Gallus gallus domesticus*.

RESUMEN

El uso del formaldehído como agente conservante de piezas anatómicas constituye una práctica consolidada desde el siglo XIX, sin embargo, su toxicidad comprobada implica riesgos para la salud humana y el medio ambiente, lo que ha motivado la búsqueda de alternativas viables. El presente estudio evaluó la eficacia de técnicas combinadas de conservación aplicadas a corazones de gallina (**Gallus gallus domesticus**), con énfasis en la reducción o sustitución del formaldehído mediante el uso de alcohol etílico (70 % y 95 %), cloruro de sodio (30 %), glicerina, aceite vegetal de canola y peróxido de hidrógeno (10 %). Se procesaron 16 muestras sometidas a diferentes protocolos compuestos por etapas secuenciales de fijación, conservación y acabado, las cuales fueron evaluadas macroscópicamente en cuanto a coloración, consistencia, olor y grado de hidratación. Los resultados evidenciaron que concentraciones reducidas de formaldehído (1 % a 3 %), asociadas con cloruro de sodio y alcohol etílico al 70 %, promovieron una conservación satisfactoria con menor toxicidad. La glicerina demostró desempeñar un papel fundamental en el mantenimiento de la hidratación y la plasticidad de las piezas anatómicas, siendo su tiempo de inmersión una variable crítica, su uso durante un período inferior a dos semanas resultó en una deshidratación progresiva. El peróxido de hidrógeno mostró eficacia en el blanqueamiento de las piezas, aunque aceleró la deshidratación cuando se utilizó durante períodos superiores a un día. El aceite vegetal de canola, evaluado como sustituto de la glicerina, presentó resultados inferiores. Se concluye que la combinación de alcohol etílico al 70 %, formaldehído en concentraciones de 1–3 % y glicerina durante un período mínimo de dos semanas representa una alternativa prometedora para la conservación anatómica, con menor impacto tóxico y un costo accesible.

Palabras clave: conservación anatómica, formaldeído, glicerina, alcohol etílico, cloruro de sodio, peróxido de hidrógeno, *Gallus gallus domesticus*.

1 INTRODUÇÃO

O uso do formaldeído (formalina ou formol) como agente fixador e conservante de peças anatômicas remonta ao ano de 1867, quando o químico August Wilhelm von Hofmann identificou suas propriedades conservantes. Desde então, sua aplicação difundiu-se amplamente nos campos da morfologia animal e humana, tornando-se o método padrão em laboratórios de anatomia ao redor do mundo (Santana, Guimarães, 2013). A consolidação do método deveu-se, primordialmente, ao seu baixo custo, facilidade de obtenção, alta eficácia bactericida e à capacidade de preservar estruturas teciduais por longos períodos (Fontoura *et al.*, 2020).

Entretanto, o formaldeído é classificado como substância cancerígena do Grupo 1 pela Agência Internacional de Pesquisa sobre o Câncer (IARC), sendo comprovadamente nocivo à saúde humana tanto em exposição aguda quanto crônica. Os efeitos adversos documentados incluem irritação das mucosas oculares e do trato respiratório, dermatites de contato, rinite ocupacional e, em exposições prolongadas, maior risco de leucemia e cânceres nasofaríngeos (Santana, Guimarães, 2013, Fontoura *et al.*, 2020). Estudos recentes com docentes de anatomia demonstraram associação significativa entre a exposição ao formaldeído e o surgimento de distúrbios vocais e respiratórios, evidenciando a urgência de alternativas mais seguras nos ambientes de ensino das áreas da saúde (Silva, B. *et al.*, 2024).

No contexto da substituição parcial ou integral do formaldeído, a glicerinação constitui uma das alternativas mais promissoras e estudadas. Descrita inicialmente por Larssen em 1898, a técnica submete os tecidos a etapas progressivas de desidratação alcoólica seguidas de reidratação e plastificação pela glicerina, resultando em peças inodoras, flexíveis e esteticamente adequadas ao ensino (Krug, Pappen, Zimmermann, 2010, Evandro *et al.*, 2007). Estudos de Karam *et al.* (2016), Carvalho *et al.* (2013) e Zófoli *et al.* (2019) demonstraram a viabilidade da técnica para diferentes tipos de peças anatômicas de animais, incluindo vísceras e sistemas vasculares, com resultados satisfatórios quanto à conservação morfológica.

O cloreto de sódio (NaCl) em concentrações elevadas tem sido explorado como agente bacteriostático adicional, atuando por osmose e inibindo o crescimento microbiano responsável pela decomposição tecidual (DE MARCHI, LAMB, BRUN, 2022, SANTOS, GONÇALVES, 2023). Pesquisas de De Marchi *et al.* (2022) demonstraram que soluções salinas concentradas apresentam eficácia microbiológica satisfatória, podendo ser associadas a outros agentes para potencializar os resultados conservantes. Lima *et al.* (2021) concluíram que a combinação de técnicas distintas tende a produzir resultados superiores em relação ao uso de agentes isolados.

O peróxido de hidrogênio (H₂O₂), por sua vez, tem sido utilizado como agente alvejante em peças anatômicas, promovendo melhora estética por meio do clareamento dos tecidos (RIBEIRO *et al.*, 2024). Contudo, sua ação oxidante pode comprometer a hidratação tecidual quando empregado em concentrações elevadas ou por períodos prolongados. Técnicas utilizando óleo vegetal como agente plastificante alternativo à glicerina também foram propostas na literatura, todavia com resultados ainda controversos quanto à eficácia e durabilidade da conservação (Guimarães, Mirallia, Pires, 2017).

Diante do exposto, identifica-se uma lacuna na literatura quanto à avaliação sistemática de protocolos combinados que integrem álcool etílico em diferentes concentrações, formaldeído em doses reduzidas, cloreto de sódio, glicerina, óleo vegetal e peróxido de hidrogênio em sequências operacionais que busquem unir as vantagens de cada técnica. O presente estudo objetivou, portanto, avaliar comparativamente dezesseis protocolos de conservação aplicados a corações de galinha (*Gallus gallus domesticus*), descrevendo os resultados macroscópicos obtidos e discutindo-os à luz da literatura científica nacional e internacional, buscando identificar o protocolo com melhor relação entre eficácia conservante, baixa toxicidade e custo acessível.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO

Trata-se de estudo experimental, descritivo e comparativo, com avaliação qualitativa macroscópica de peças anatômicas submetidas a diferentes protocolos de

conservação. O delineamento seguiu abordagem exploratória, com elaboração de grupos distintos conforme o tipo e a concentração dos agentes conservantes utilizados.

2.2 AMOSTRAS

Foram utilizadas 16 amostras de corações de galinha (*Gallus gallus domesticus*) provenientes de abate comercial regularmente inspecionado pelo Serviço de Inspeção Municipal (SIM). As peças foram obtidas frescas, sem fixação prévia, e processadas imediatamente após a coleta, identificadas numericamente de 1 a 16. O coração de galinha foi selecionado como modelo experimental por apresentar estrutura muscular compacta, tamanho padronizado, ampla disponibilidade e, sobretudo, reduzida superfície de contato.

Essa característica foi determinante para a escolha do modelo: o objetivo desta fase do estudo foi avaliar e observar o comportamento das técnicas e das concentrações dos produtos em condições controladas, sem a variável da penetração tecidual em massa volumosa. O uso de um órgão de pequenas dimensões permitiu que o formaldeído e os demais agentes entrassem em contato com toda a extensão da peça de forma mais uniforme, viabilizando a avaliação comparativa dos protocolos. Os resultados obtidos, portanto, são específicos para peças de pequeno porte.

2.3 AGENTES CONSERVANTES E SOLUÇÕES UTILIZADAS

Os agentes utilizados neste estudo foram: álcool etílico a 70% e 95% (v/v), formaldeído comercial (formol) em concentrações de 1%, 3%, 5% e 10% (v/v), cloreto de sódio (NaCl) a 30% (m/v), glicerina vegetal comercial, óleo vegetal de canola e peróxido de hidrogênio (H₂O₂) a 10% (v/v). As soluções fixadoras combinadas foram preparadas por diluição em água destilada, combinando álcool etílico, formaldeído e NaCl nas proporções indicadas para cada protocolo, mantendo volume suficiente para imersão total das amostras.

2.4 PROTOCOLOS DE CONSERVAÇÃO

As 16 amostras foram organizadas em grupos conforme o protocolo aplicado, estruturado em etapas sequenciais de fixação inicial, conservação intermediária e

acabamento. O tempo padrão de permanência em cada solução foi de sete dias (uma semana), salvo quando explicitamente indicado. Os protocolos foram desenvolvidos com base na síntese e adaptação de etapas descritas em estudos previamente publicados, buscando integrar suas potencialidades.

- **Grupo A (Amostras 1–3):** Fixação em álcool 95% (1 semana) → solução de álcool 95% + NaCl 30% + formaldeído em concentrações decrescentes (5%, 3% e 1%, respectivamente) (1 semana) → álcool 70% (1 semana) → glicerina (2 semanas).
- **Grupo B (Amostras 4 e 5):** Álcool 70% (1 semana) → álcool 70% + NaCl 30% + formaldeído 5% (1 semana) → álcool 70% (1 semana) → glicerina (2 semanas). A Amostra 4 recebeu adicionalmente banho de H₂O₂ 10% ao término da glicerinação e posterior tentativa de reidratação em óleo de canola.
- **Grupo C (Amostras 6 e 7):** Álcool 70% (1 semana) → formaldeído 10% + álcool 70% (1 semana) → glicerina (1 semana). A Amostra 7 incluiu NaCl 30% na solução fixadora e recebeu banho adicional de H₂O₂ por uma semana após a glicerinação.
- **Grupo D (Amostras 8 e 9):** Álcool 70% (1 semana) → álcool 70% + NaCl 30% (1 semana) → glicerina (1 semana) → óleo de canola (1 semana). A Amostra 9 incluiu formaldeído 5% na solução intermediária e foi finalizada em álcool 70%, sem etapa de oleação.
- **Grupo E (Amostras 10–12):** Álcool 70% (1 semana) → solução variada com formaldeído 1% ou apenas NaCl 30% (1 semana) → glicerina ou óleo vegetal (1 semana) → H₂O₂ 10% por 1 dia.
- **Grupo F (Amostra 13):** Álcool 95% (1 semana) → formaldeído 1% + NaCl 30% + álcool 95% (1 semana) → álcool 95% (1 semana), sem etapa de reidratação com glicerina.
- **Grupo G (Amostras 14–16):** Álcool 70% (1 semana) → solução com formaldeído 3% ou apenas NaCl 30% (1 semana) → óleo de canola ou H₂O₂ (1 semana ou 1 dia).

2.5 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

As amostras foram avaliadas por observação macroscópica direta após a conclusão de cada protocolo, sem uso de instrumentos de medição ou análise laboratorial, sendo analisadas quanto aos seguintes parâmetros qualitativos: (a) coloração graduada como clara, opaca, amarelada, escurecida, alaranjada ou sem alteração significativa, (b) consistência classificada em maleável, firme, rígida, emborrachada ou ressecada, (c) odor classificado como ausente (inodora) ou presente (odor residual de peça fresca ou de formaldeído), (d) hidratação avaliada pela presença ou ausência de sinais macroscópicos de desidratação, tais como ressecamento superficial, redução de peso e aspecto enrugado ou retraído.

2.6 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

As amostras utilizadas são tecidos cardíacos de animais provenientes de abate comercial, destinados ao consumo humano e regularmente inspecionados. Não houve manipulação de animais vivos no desenvolvimento desta pesquisa, dispensando-se a aprovação por Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA), em conformidade com a Resolução Normativa nº 37/2018 do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA). Os resíduos gerados pelo processamento das amostras foram descartados conforme as normas vigentes de biossegurança.

3 RESULTADOS

Os resultados macroscópicos obtidos para as 16 amostras, ao final de cada protocolo de conservação, são apresentados de forma sistematizada na **Tabela 1**. As seções a seguir detalham os achados por grupo experimental.

Tabela 1 – Resultados macroscópicos das 16 amostras de corações de galinha submetidas a diferentes protocolos de conservação anatômica

Amostra	Protocolo resumido	Coloração	Consistência	Odor	Hidratação / Desidratação
1	Álc 95% → Formol 5%+NaCl 30%+Álc 95% → Álc 70% → Glicerina 2 sem.	Opaca	Ressecada / rígida	Inodora	Alta desidratação
2	Álc 95% → Formol	Opaca	Firme	Inodora	Moderada

	3%+NaCl 30%+Álc 95% → Álc 70% → Glicerina 2 sem.				desidratação
3	Álc 95% → Formol 1%+NaCl 30%+Álc 95% → Álc 70% → Glicerina 2 sem.	Opaca	Boa textura / maleável	Inodora	Leve desidratação
4	Álc 70% → Formol 5%+NaCl 30%+Álc 70% → Álc 70% → Glicerina 2 sem. → H2O2 10% → Canola	Alaranjada	Rígida / ressecada	Inodora	Severa desidratação
5	Álc 70% → Formol 5%+NaCl 30%+Álc 70% → Álc 70% → Glicerina 2 sem.	Clara	Muito maleável	Inodora	Sem desidratação
6	Álc 70% → Formol 10%+Álc 70% → Glicer- ina 1 sem.	Escurecida	Emborrachada	Leve odor residual	Superfície levemente ressecada
7	Álc 70% → Formol 10%+NaCl 30%+Álc 70% → Glicerina 1 sem. → H2O2 1 sem.	Muito clara	Pouco rígida / leve	Inodora	Severa desidratação
8	Álc 70% → Álc 70%+NaCl 30% → Glic- erina 1 sem. → Canola 1 sem.	Amarelada	Pouco rígida	Inodora	Moderada desidratação
9	Álc 70% → Formol 5%+NaCl 30%+Álc 70% → Álc 70%	Escura	Muito rígida / leve	Inodora	Severa desidratação
10	Álc 70% → Formol 1%+NaCl 30%+Álc 70% → Álc 70% → H2O2 1 dia	Clara	Maleável / peso mediano	Inodora	Leve desidratação
11	Álc 70% → Formol 1%+NaCl 30%+Álc 70% → Óleo vegetal → H2O2 1 dia	—	Pouco maleável / leve	Inodora	Moderada desidratação
12	Álc 70% → NaCl 30%+Álc 70% → Óleo vegetal → H2O2 1 dia	Amarela	Leve	Inodora	Sinais evidentes
13	Álc 95% → Formol 1%+NaCl 30%+Álc 95% → Álc 95%	Escurecida	Muito leve	Inodora	Severa desid- ratação
14	Álc 70% → Formol 3%+NaCl 30%+Álc 70% → Canola → H2O2 1 dia	Amarelada	Maleável	Inodora	Leve desidratação
15	Álc 70% → NaCl 30%+Álc 70% → Canola → H2O2 1 dia	Amarelada	Levem. rígida	Inodora	Leve desidratação
16	Álc 70% → NaCl 30%+Álc 70% → H2O2 1 sem.	Amarelada	Muito rígida / leve	Inodora	Severa desidratação

Fonte: Elaborada pelos autores (2026). Álc = álcool etílico, Formol = formaldeído, NaCl = cloreto de sódio, H2O2 = peróxido de hidrogênio, sem. = semana(s), Levem. = levemente.

3.1 GRUPO A – ÁLCOOL 95% COM GLICERINA (AMOSTRAS 1, 2 E 3)

As três amostras do Grupo A permaneceram inodoras mesmo após mais de três semanas fora da solução conservante, evidenciando boa resistência à decomposição. A Amostra 1, tratada com a maior concentração de formaldeído (5%), apresentou o maior grau de desidratação entre as três, com textura opaca e ressecada. A Amostra 2, fixada em formaldeído 3%, exibiu desidratação mais branda e consistência mais firme. A Amostra 3, com a menor concentração de formaldeído (1%), demonstrou a melhor textura das três, com grau mais leve de desidratação e aspecto mais próximo ao tecido natural.

3.2 GRUPO B – ÁLCOOL 70% COM FORMALDEÍDO 5% E GLICERINA (AMOSTRAS 4 E 5)

A Amostra 5, não submetida ao peróxido de hidrogênio, apresentou resultado expressivo: ausência total de sinais de desidratação, consistência muito maleável e palpável, coloração clara e ausência de odor, configurando o melhor resultado geral entre todas as amostras avaliadas. A Amostra 4, que recebeu banho adicional de H_2O_2 10% seguido de imersão em óleo de canola como tentativa de reidratação, desidratou progressivamente após o tratamento oxidante, resultando em aspecto alaranjado, textura rígida e ressecada, demonstrando que o óleo de canola não foi capaz de reverter os efeitos desidratantes do peróxido de hidrogênio.

3.3 GRUPO C – ÁLCOOL 70% COM FORMALDEÍDO 10% (AMOSTRAS 6 E 7)

A Amostra 6, finalizada apenas com glicerina por uma semana, apresentou aspecto emborrachado, coloração escurecida e leve odor residual de peça fresca, com superfície levemente ressecada, evidenciando que a etapa única de glicerinação foi insuficiente para promover hidratação completa e estabilização do odor. A Amostra 7, que incluiu NaCl na solução fixadora e recebeu banho de H_2O_2 por uma semana após a glicerinação, resultou em peça muito clara, acentuadamente desidratada, muito leve e pouco rígida, inodora, indicando que o tratamento oxidante prolongado comprometeu severamente a hidratação tecidual obtida pela glicerinação prévia.

3.4 GRUPO D – NACL COM ÓLEO DE CANOLA (AMOSTRAS 8 E 9)

A Amostra 8, finalizada com óleo de canola após glicerina, apresentou coloração amarelada, consistência pouco rígida e alguns sinais de desidratação, com ausência de odor. A Amostra 9, que incluiu formaldeído 5% na etapa intermediária e foi finalizada em álcool 70% sem glicerinação, resultou em aspecto escuro, textura muito rígida, peso muito reduzido e ausência de odor, configurando um dos maiores graus de desidratação observados no estudo, evidenciando o potencial desidratante do álcool sem contrabalanceamento pela glicerina.

3.5 GRUPO E – PROTOCOLOS COM PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO POR 1 DIA (AMOSTRAS 10, 11 E 12)

A Amostra 10, tratada com formaldeído 1% + NaCl + H₂O₂ por apenas um dia, apresentou coloração clara, peso mediano, ligeira desidratação e consistência ainda maleável, configurando resultado favorável para o uso limitado do peróxido. A Amostra 11, que substituiu a glicerina por óleo vegetal antes do H₂O₂, resultou em peça inodora, desidratada, leve e pouco maleável, indicando que a ausência de glicerina comprometeu a hidratação. A Amostra 12, sem formaldeído e com óleo vegetal + H₂O₂, apresentou coloração amarela, leveza acentuada e sinais evidentes de desidratação, corroborando a inferioridade do óleo vegetal como agente plastificante.

3.6 GRUPO F – ÁLCOOL 95% SEM REIDRATAÇÃO (AMOSTRA 13)

A Amostra 13, submetida exclusivamente a soluções alcoólicas a 95% com baixíssima concentração de formaldeído (1%) e sem etapa de glicerinação, resultou na maior taxa de desidratação observada no estudo, com coloração escurecida, textura muito leve e inodora. Esse resultado evidencia o alto potencial desidratante do álcool 95% sem compensação reidratante, confirmando a necessidade da etapa de glicerinação para preservação da hidratação e plasticidade tecidual.

3.7 GRUPO G – ACABAMENTOS VARIADOS COM FORMALDEÍDO 3% OU NaCl (AMOSTRAS 14, 15 E 16)

A Amostra 14, tratada com formaldeído 3% seguido de H₂O₂ por um dia, apresentou coloração amarelada, algum grau de desidratação e consistência ainda maleável. A Amostra 15, finalizada com óleo de canola e H₂O₂, exibiu coloração amarelada, consistência levemente rígida e alguns sinais de desidratação. A Amostra 16, submetida apenas a NaCl + álcool 70% + H₂O₂ por uma semana, sem qualquer etapa plastificante, resultou no maior grau de rigidez do grupo, com acentuada desidratação, coloração amarelada e inodora.

4 DISCUSSÃO

4.1 CONCENTRAÇÃO DE FORMALDEÍDO E INTEGRIDADE FÍSICA

Os resultados obtidos quanto à influência da concentração de formaldeído na integridade física das peças corroboram os achados de Carvalho K.S. (2009), que demonstrou, em estudo com concentrações de 5%, 10% e 20%, que percentuais mais elevados de formaldeído proporcionam maior preservação estrutural. No presente estudo, a gradação entre concentrações de 1%, 3%, 5% e 10% revelou padrão semelhante: peças expostas a 10% (Amostras 6, 7) apresentaram maior rigidez e preservação estrutural imediata, porém com coloração escurecida e odor residual. Concentrações reduzidas (1% e 3%), associadas ao NaCl e ao álcool, demonstraram conservação satisfatória com menor impacto tóxico, especialmente quando acompanhadas de etapa de glicerinação por período mínimo de duas semanas (Amostras 3 e 5). Esses achados alinham-se à perspectiva de Fontoura *et al.* (2020) sobre a possibilidade de redução de formaldeído sem comprometer significativamente a qualidade da conservação quando agentes complementares são empregados, e ao preconizado por Lima *et al.* (2021), que indicam superioridade das abordagens combinadas sobre o uso de agentes isolados.

É fundamental ressaltar, contudo, que a eficácia observada para concentrações de 1% e 3% de formaldeído deve ser interpretada no contexto das características físicas do modelo utilizado. O coração de galinha apresenta volume reduzido e pequena espessura de paredes, o que favorece a difusão e penetração do formaldeído por toda a extensão da

peça durante o banho de imersão. Em peças anatômicas de maior porte com maior volume, massa e profundidade tecidual expostas a essas concentrações podem ser insuficientes para garantir a penetração completa do agente fixador, resultando em fixação superficial e deterioração das camadas internas.

4.2 PAPEL DA GLICERINA NA HIDRATAÇÃO E PLASTICIDADE

A glicerina demonstrou papel determinante na manutenção da hidratação e da plasticidade das peças anatômicas. A Amostra 5, que permaneceu em glicerina por duas semanas ao final do protocolo, apresentou o melhor resultado geral: ausência de desidratação, consistência muito maleável e palpável, e ausência de odor, sem nenhuma etapa de peróxido ou oleação. Esse resultado dialoga diretamente com os achados de Silva *et al.* (2011), que reportaram melhores resultados de preservação com períodos prolongados de imersão em glicerina destilada, em comparação a períodos reduzidos. Em contrapartida, amostras submetidas a apenas uma semana de glicerina (Amostras 6 e 8) apresentaram desidratação progressiva nos dias subsequentes, confirmando que o tempo de exposição à glicerina é variável crítica no processo. Essa constatação está alinhada com Krug, Pappen e Zimmermann (2010) e Cury, Censoni e Ambrósio (2013), que apontam o tempo de imersão como determinante da qualidade final do processo de glicerinação.

4.3 EFEITO DO PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO

O peróxido de hidrogênio 10% demonstrou eficácia no clareamento das peças, produzindo colorações visivelmente mais claras nas amostras tratadas (7, 10, 14 e 16). Contudo, seu efeito oxidante mostrou-se diretamente associado à aceleração do processo de desidratação, de forma proporcional ao tempo de exposição. A Amostra 7, submetida a H_2O_2 por uma semana inteira após a glicerinação, tornou-se acentuadamente desidratada, contrastando com as Amostras 10 e 14, que receberam apenas um dia de exposição e mantiveram consistência maleável satisfatória. Esses achados convergem com os reportados por Silva *et al.* (2011), que observaram que peças tratadas com peróxido de hidrogênio 5% por uma semana apresentaram desidratação progressiva dias após o tratamento, enquanto amostras com tempo de exposição reduzido mantiveram

melhores características físicas. O uso de H_2O_2 por tempo limitado (um dia), após a glicerinação, parece ser uma estratégia viável para clareamento estético sem comprometer significativamente a hidratação tecidual.

4.4 ÓLEO VEGETAL DE CANOLA COMO SUBSTITUTO DA GLICERINA

O óleo vegetal de canola, testado como alternativa de baixo custo e fácil acesso à glicerina, demonstrou desempenho consistentemente inferior. As amostras tratadas com óleo (Amostras 4, 8, 11, 12, 15) apresentaram coloração amarelada ou alaranjada, sinais de desidratação e consistência aquém das tratadas com glicerina. A tentativa de reidratação da Amostra 4 - desidratada pelo H_2O_2 , mediante imersão em óleo de canola foi malsucedida, reforçando a inadequação desse agente para fins de plastificação anatômica. Essa inferioridade é explicável pelo fato de que o óleo vegetal não possui as propriedades higroscópicas da glicerina, que atua por difusão osmótica substituindo a água nos espaços teciduais, sendo, portanto, incapaz de promover e manter a hidratação celular necessária para a conservação anatômica satisfatória. Esses achados divergem das expectativas iniciais e reforçam o papel insubstituível da glicerina no processo, conforme documentado por Carvalho *et al.* (2013), Ribeiro *et al.* (2024) e Saloio, Cecchi (2020).

4.5 DESEMPENHO DO ÁLCOOL 95% SEM REIDRATAÇÃO

O protocolo com álcool 95% sem etapa de glicerinação (Amostra 13) resultou na maior taxa de desidratação de todo o estudo. O álcool 95%, embora eficaz como bacteriostático e fixador, promove intensa extração lipídica e desidratação tecidual, efeitos que, na ausência de agente reidratante, resultam em peças rígidas, escurecidas e com peso muito reduzido. Esse achado corrobora as observações de Cury (2013), que alertam para o potencial desidratante do álcool em altas concentrações quando utilizado como agente principal de conservação. Por contraste, as Amostras 1, 2 e 3 — também baseadas em álcool 95%, porém com duas semanas finais de glicerinação — apresentaram resultados muito superiores, reforçando a importância complementar da etapa reidratante.

4.6 LIMITAÇÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS

O presente estudo apresenta limitações inerentes ao seu caráter exploratório e qualitativo. A avaliação exclusivamente macroscópica não permite conclusões sobre a preservação histológica e celular das amostras, nem sobre a eficácia microbiológica dos protocolos ao longo do tempo. O número reduzido de amostras por grupo impossibilita análises estatísticas formais, e o uso de corações de galinha pode não representar o comportamento de outros tipos de tecidos anatômicos. Além disso, a ausência de avaliação padronizada de custo por protocolo limita as análises de viabilidade econômica.

Uma limitação central e de relevância prática especial refere-se à dependência do volume e da superfície de contato da peça anatômica em relação à eficácia dos protocolos avaliados. Os corações de galinha foram escolhidos deliberadamente por seu tamanho reduzido, que viabiliza a penetração uniforme dos agentes conservantes durante o banho de imersão. Em peças de maior porte como órgãos de médio e grande porte, membros, tronco ou carcaças inteiras concentrações de formaldeído de 1% a 3% podem ser insuficientes para garantir a fixação adequada em profundidade, resultando em deterioração das camadas internas mesmo com conservação superficial aparente.

Estudos futuros devem incluir: (a) análises histológicas para verificação da preservação celular, (b) avaliações microbiológicas para quantificação da eficácia antimicrobiana ao longo do tempo, (c) maior número de réplicas por grupo para análises estatísticas, (d) comparação entre diferentes tipos de peças anatômicas (músculo esquelético, vísceras ocas, sistema nervoso), (e) investigação da relação entre volume da peça e concentração mínima eficaz de formaldeído, com modelos de diferentes portes, (f) avaliação de protocolos de injeção intravascular do fixador em peças de maior volume, como alternativa ao banho de imersão para garantir penetração uniforme, (g) padronização de protocolos para implementação em escala laboratorial, e (h) avaliação dos custos totais de cada método para análise de custo-benefício.

5 CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou que técnicas combinadas de conservação anatômica, integrando álcool etílico, formaldeído em baixas concentrações, cloreto de sódio e glicerina, representam alternativa viável e promissora ao uso isolado do formaldeído na

preservação de peças anatômicas cardíacas de galinha. O protocolo que produziu os melhores resultados foi aquele composto por álcool etílico 70%, formaldeído 5%, NaCl 30% e glicerina por duas semanas (amostra 5), com produção de peça maleável, inodora, clara e sem sinais de desidratação, reunindo os principais critérios de qualidade para uma peça anatômica de ensino.

A glicerina revelou-se componente indispensável para a manutenção da hidratação e plasticidade tecidual, com tempo de imersão mínimo de duas semanas como variável determinante do resultado final. O óleo vegetal de canola não demonstrou eficácia como substituto da glicerina em nenhuma das condições testadas. O peróxido de hidrogênio 10%, quando utilizado por tempo limitado (um dia) após a glicerinação, pode ser incorporado ao protocolo para fins estéticos de clareamento sem comprometer significativamente a qualidade da peça, contudo, seu uso por períodos mais longos mostrou-se prejudicial à hidratação.

Do ponto de vista prático, os protocolos desenvolvidos permitem redução expressiva da concentração de formaldeído utilizada nos laboratórios de anatomia das áreas da saúde, contribuindo para a segurança de estudantes e profissionais envolvidos no manuseio de peças anatômicas. Do ponto de vista teórico, os achados reforçam a importância da abordagem combinada de técnicas na conservação anatômica, apontando para a síntese de protocolos que integrem os pontos positivos de métodos já consolidados na literatura, com menor custo ambiental e toxicológico.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Centro Universitário Santa Cruz pela disponibilização do Laboratório de Química para a realização dos experimentos, bem como pelo suporte institucional que viabilizou o desenvolvimento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- CARVALHO, K. S. **Manutenção de peças anatômicas submetidas a diferentes concentrações de formaldeído associado ou não ao cloreto de sódio**. 2009. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2009.
- CARVALHO, Y. *et al.* **Avaliação do uso da glicerina proveniente da produção de biodiesel na conservação de peças anatômicas**. [S.l.: s.n.], 2013.
- CURY, F., CENSONI, J. B., AMBRÓSIO, C. **Técnicas anatômicas no ensino da prática de anatomia animal**. [S.l.: s.n.], 2013.
- EVANDRO, M. *et al.* **Estudo analítico da técnica de glicerinação empregada para conservação de peças anatômicas: experiência da disciplina de Anatomia Humana do Departamento de Ciências Morfológicas**. Cadernos de Morfologia, 2007.
- FONTOURA, E. L. L., MELLO, S. T. de, GOMES, C. R. d. G., MELLO, J. M. de. **Conservação de peças anatômicas: vantagens e desvantagens de diferentes métodos**. Revista Uningá, v. 57, 2020.
- GÓMEZ, C. A. M., ORTIZ, J. A. **Conservación y elaboración de piezas anatómicas con sustancias diferentes al formol en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de La Salle**. [S.l.: s.n.], 2011.
- GRECCO, L. **Cadáveres quimicamente preservados com Solução de Larssen modificada: um método alternativo de conservação**. [S.l.: s.n.], 2020.
- GUIMARÃES, E., MIRALLIA, K., PIRES, E. **Técnica de recuperação de peças anatômicas cadavéricas**. Revista de Morfologia, 2017.
- KARAM, R. G. *et al.* **Uso da glicerina para a substituição do formaldeído na conservação de peças anatômicas**. [S.l.: s.n.], 2016.
- KRUG, L., PAPPEN, F., ZIMMERMANN, F. **Conservação de peças anatômicas com glicerina loira**. [S.l.]: Instituto Federal, 2010.
- LIMA, P., BARBOSA, L., MELO, A. **Comparação entre diferentes técnicas empregadas na conservação e manutenção de peças anatômicas**. Ciência Animal, 2021.
- MARCHI, J. de, LAMB, C., BRUN, C. d. L. **Teste da eficácia do método de conservação com cloreto de sódio em peças anatômicas**. Ciência, Inovação: Gestão e Tecnologia, 2022.
- RIBEIRO, J. G. R. *et al.* **Glycerination as an alternative technique for preserving Vertebrata (Osteichthyes and Reptilia): a proposal for teaching purposes**. Acta Scientiarum Biological Sciences, v. 46, 2024.

ROBERTO, V., FILADELPHO, A., DANTAS, A. **Utilização de métodos de conservação alternativos para estudo da anatomia cardíaca ovina.** Tekhne e Logos, 2024.

SALING, L. d. S., RODRIGUES, I. **Avaliação da utilização do método de criodesidratação na anatomia veterinária.** Ciência, Inovação: Gestão e Tecnologia, 2022.

SALOIO, J., CECCHI, A. d. O. **Ferramenta de ensino-aprendizagem em anatomia a partir de órgãos de animais conservados em glicerina.** Brazilian Journal of Development, 2020.

SANTANA, N. L. R., GUIMARÃES, N. N. **Análise do potencial tóxico e genotóxico das substâncias fixadoras para cadáveres e peças anatômicas.** [S.l.: s.n.], 2013.

SANTOS, L., GONÇALVES, Y. **Quais os benefícios da solução salina para manutenção de peças anatômicas de animais no laboratório?** [S.l.: s.n.], 2023.

SILVA, B. *et al.* **Screening of voice disorders concerning anatomy teachers who use formaldehyde cadaveric parts in laboratory classes.** Morphologie, 2024.

SILVA, D. da, LOULY, C., CARDOSO, J., BEZERRA, M. **Comparação entre as técnicas anatômicas de formolização, glicerinação e preenchimento/corrosão no sistema cardiovascular.** Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org>. Acesso em: jun. 2026.

SILVA, M. A. M. *et al.* **Uso da glicerina em substituição ao formaldeído na conservação cadavérica.** Revista Brasileira de Ciências Médicas e da Saúde, v. 12, 2023.

ZÓFOLI, M. B. *et al.* **Avaliação de métodos alternativos para conservação de peças anatômicas e suas aplicações conscientes no laboratório de anatomia animal.** [S.l.: s.n.], 2019.