

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO E TECNOLÓGICA

PAULA SOUZA

ETEC TRAJANO CAMARGO

Curso Técnico em Química

Lauana Tereza Fares

Maria Amélia Silva Freitas

Rafaela Aline Barros Silva

Vânia Raquel Guimarães da Silva

**EXTRAÇÃO DO ACIDO HIALURÔNICO A PARTIR DA MEMBRANA DA
CASCA DO OVO**

Limeira – SP

2025

Lauana Tereza Fares
Maria Amélia Silva Freitas
Rafaela Aline Barros Silva
Vânia Raquel Guimarães da Silva

**EXTRAÇÃO DO ACIDO HIALURÔNICO A PARTIR DA MEMBRANA
DA CASCA DO OVO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico em Química da Etec Trajano Camargo, orientado pelo Prof. Reinaldo Blezer, coorientado pelo Prof. Edivaldo Luis de Souza como requisito parcial para a obtenção do título de Técnico em Química.

Limeira – SP

2025

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo principal a extração do ácido hialurônico (AH) a partir da membrana da casca do ovo, um resíduo da indústria alimentícia frequentemente descartado. O ácido hialurônico é um biopolímero com ampla aplicação na indústria cosmética devido às suas propriedades hidratantes, regeneradoras e de preenchimento cutâneo. A escolha da membrana do ovo como matéria-prima visa promover uma alternativa sustentável, de baixo custo e com menor impacto ambiental. O processo metodológico envolveu a higienização das cascas, separação da membrana interna, desmineralização com ácido clorídrico, ajuste de pH com hidróxido de sódio, precipitação com etanol gelado e secagem do produto final. A substância obtida apresentou características físicas compatíveis com o AH, como cor branca e textura seca. O teste com azul de bromotimol indicou a presença de acidez, reforçando a viabilidade da extração. Os resultados demonstram que a técnica é acessível e promissora para futuros estudos mais avançados. Este estudo contribui para o aproveitamento de resíduos orgânicos e o desenvolvimento de produtos cosméticos mais sustentáveis.

Palavras-chave: Ácido Hialurônico, Casca de Ovo, Extração, Sustentabilidade, Cosméticos.

ABSTRACT

The main objective of this study is to extract hyaluronic acid (HA) from eggshell membranes, a frequently discarded food industry waste. Hyaluronic acid is a biopolymer widely used in the cosmetics industry due to its moisturizing, regenerating and skin-filling properties. The choice of egg membranes as raw material aims to promote a sustainable, low-cost alternative with less environmental impact. The methodological process involved cleaning the eggshells, separating the internal membrane, demineralizing with hydrochloric acid, adjusting the pH with sodium hydroxide, precipitating with cold ethanol and drying the final product. The substance obtained presented physical characteristics compatible with HA, such as white color and dry texture. The test with bromothymol blue indicated the presence of acidity, reinforcing the feasibility of the extraction. The results demonstrate that the technique is accessible and promising for future more advanced studies. This study contributes to the use of organic waste and the development of more sustainable cosmetic products.

Keywords: Hyaluronic Acid, Eggshell, Extraction, Sustainability, Cosmetics.

AGRADECIMENTO

Primeiramente queremos agradecer a Deus por estar sempre conosco e por nunca nos desamparar, por permitir que tivéssemos a oportunidade de estarmos realizando esse curso.

Aos nossos pais que sempre nos apoiaram, aconselharam e estiveram ao nosso lado em qualquer situação, acreditando nos nossos sonhos e capacidade.

Aos nossos professores e ao orientador Prof ° Reinaldo e com carinho ao nosso coorientador Prof ° Edivaldo, pela paciência, disposição, atenção e por nos aconselhar tão bem durante todo esse caminho percorrido.

Ao analista Marcelo Henrique pelo suporte e orientação.

Ao nosso grupo Lauana, Maria, Rafaela, Vânia, que vem apoiando independente da situação vivida e que se tornaram uma família fora de casa.

Aos nossos cônjuges pelo amor, carinho, compreensão e por serem um dos maiores apoiadores e incentivadores dos nossos sonhos.

A todos funcionários Escola Etec Trajano Camargo por oferecer a realização de um sonho, oferecendo o maior suporte possível.

**O sucesso não acontece por acaso.
É trabalho duro, perseverança,
aprendizado, estudo, sacrifício e,
acima de tudo, amor pelo que
você está fazendo ou
aprendendo a fazer.**

‘PELE’

Quadro 1- Tabela de imagens

- **Figura 1:** Três camadas cutâneas
- **Figura 2:** Subdivisões entre camadas
- **Figura 3:** Estrutura do Ácido D- glicurônico; Estrutura da N-acetil-D-glicosamina e repetidas unidades dissacarídicas formando o polímero linear; Ácido Hialurônico.
- **Figura 4:** Morfologia de membrana de casca de ovo por micrografia eletrônica de varredura: (A) – Fibras da membrana interna (ISM), fibras da membrana externa (OSM) e pontos de fixação dos corpos mamilares (MB), e (B) – Membrana limitante (que circunda a clara do ovo) (LM).
- **Figura 5:** Membrana externa da casca e membrana interna da casca.
- **Figura 6:** Ultraestrutura e microestrutura da casca do ovo. Imagens de microscopia eletrônica da superfície externa da casca do ovo com a cutícula (A) e da seção transversal da casca (B). PL, ML e SM: capa paliçada, camada mamilar e membranas, respectivamente. A barra de escala equivale a 100 micras. (Avalia Cuevas; Cháves, La cáscara del huevo: estructura, e composición de 2015).
- **Figura 7:** Lavagem das vidrarias.
- **Figura 8:** Lavagem das cascas do ovo e da membrana.
- **Figura 9:** Pesagem de 4,5 g da membrana.
- **Figura 10:** Agitação para a desmineralização.
- **Figura 11:** Filtração após a desmineralização.
- **Figura 12:** Amostra do filtrado em repouso.
- **Figura 13:** Precipitação do AH após 24 horas em repouso.
- **Figura 14:** Secagem no desidratador.
- **Figura 15:** Amostra do AH já seca após 6 horas.
- **Figura 16:** Amostra do AH com o azul de bromotimol.
- **Figura 17:** Teste com o álcool e o AH com o indicador azul de bromotimol.
- **Figura 18:** Decantação do precipitado.
- **Figura 19:** AH em placas de petri.
- **Figura 20:** Teste com o indicador azul de bromotimol.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIHPEC	Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos
AH	Ácido Hialurônico
C ₂ H ₆ O	Etanol (fórmula química)
EDTA	Ácido Etilenodiamino Tetra-acético
HCl	Ácido Clorídrico
INPM	Instituto Nacional de Pesos e Medidas (grau alcoólico)
ISM	Internal Shell Membrane (Membrana Interna da Casca do Ovo)
LM	Limiting Membrane (Membrana Limitante)
MB	Mamillary Bodies (Corpos Mamilares)
ML	Camada Mamilar
NaOH	Hidróxido de Sódio
OSM	Outer Shell Membrane (Membrana Externa da Casca do Ovo)
PL	Capa Paliçada
SM	Membranas

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. REVISÃO LITERATURA	12
2.1. Ácido Hialurônico	12
2.2 A produção de ovos e resíduos resultantes do processamento industrial	13
2.3. Membrana da casca do ovo de galinha: características biológicas, nutricionais e perspectivas de emprego como recurso natural	14
3. METODOLOGIA	19
3.1 Procedimentos	19
3.1.1 Higienização das vidrarias	19
3.1.2 Preparo das matérias primas	19
3.1.3 Desmineralização	21
3.1.4 Extração	22
3.1.5 Secagem da amostra	23
3.1.6 Teste	24
3.2 Fluxograma	24
4. DISCUSSÕES E RESULTADOS	26
5. CONCLUSÕES	29
6. REFERÊNCIAS	30

1.INTRODUÇÃO

O ácido hialurônico (AH), é um componente biológico, importante e reconhecido por suas propriedades hidratantes e regeneradoras, podendo ser utilizado na indústria cosmética gerando grandes resultados. Este composto, naturalmente presente no organismo humano, destaca-se pela sua capacidade de retenção de água, proporcionando elasticidade, hidratação e firmeza da pele (TZOUNIS, L *et al* EGG SHELL, 2018).

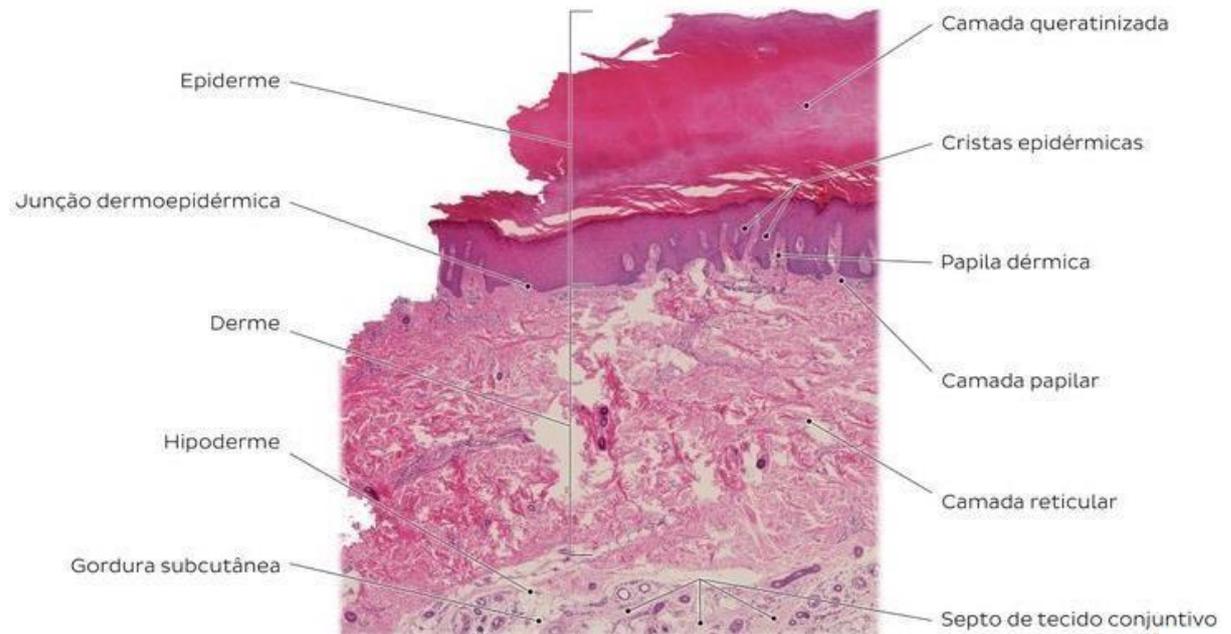
A casca do ovo, utilizada como resíduo pela indústria alimentícia, tem demonstrado um grande potencial como fonte de ácido hialurônico. Estudos atuais indicam que a membrana interna da casca do ovo é rica nesse composto, proporcionando uma oportunidade única para sua extração e posterior aplicação em produtos cosméticos. Com esse método promovendo o aproveitamento de resíduos e reduzindo o impacto ambiental, além de agregar valor a um material subutilizado (CASTRO,2022).

Além disso com o passar dos anos, o interesse por mudanças alternativas e sustentáveis de ácido hialurônico tem manifestado um crescimento mostrando os resultados, benefícios e soluções ecologicamente responsáveis.

A busca contínua pelas peles perfeitas faz com que a indústria da estética avance cada vez mais. Segundo a Associação Brasileira da Indústria da Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos (ABIHPEC), em 2021, o Brasil se encontrava em 4º lugar no ranking mundial de Maior Mercado Consumidor, movimentando cerca de US\$ 22,9 bilhões, ficando atrás apenas dos EUA, China e Japão, respectivamente. (PORTAL COSMETIC INNOVATION, 2024).

Atualmente existe um grande interesse em retardar o envelhecimento cutâneo, sendo a pele, o maior órgão do corpo humano, desempenhando funções essenciais para a vitalidade, atuando como barreira de defesa e regulação entre o meio interno e externo, responsável pela produção de melanina, síntese de vitamina D, regulação térmica, proteção contra traumatismo e identidade. Estima-se que esta faça parte de 16% do peso corporal humano, sendo constituída por três camadas: epiderme, derme e hipoderme. (GUYTOM *et al*, 2017), de acordo com a figura 1.

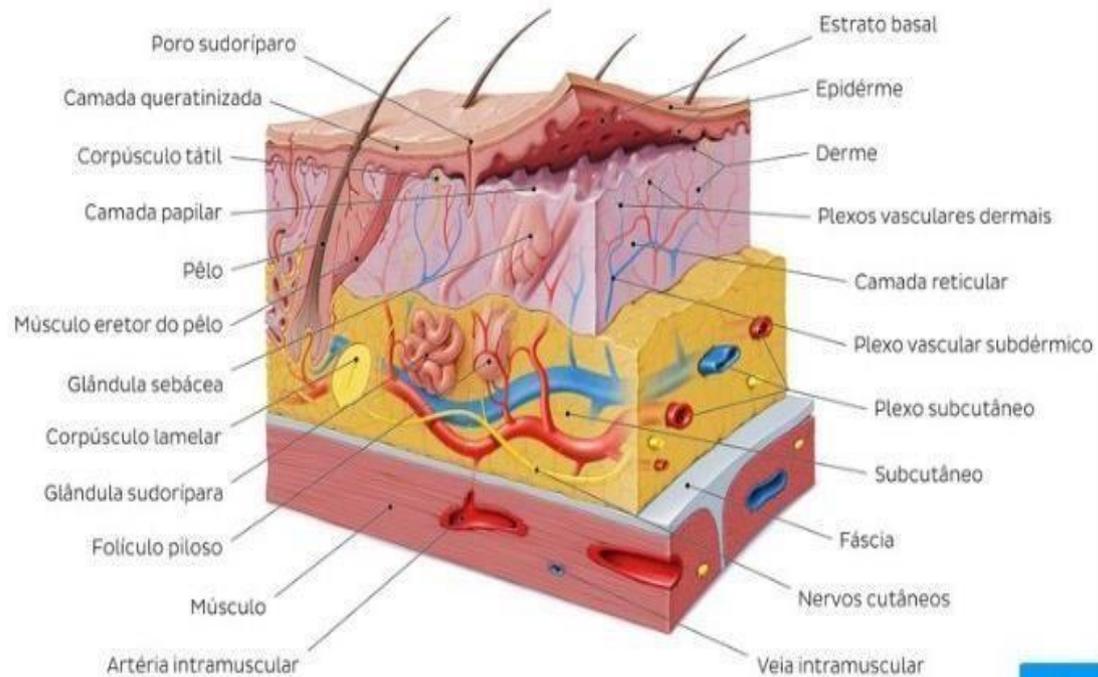
Figura 1: Três camadas cutâneas.



Fonte: <https://www.kenhub.com/pt/library/anatomia/sistematagumentar#:~:text=A%20pele%20%C3%A9%20anatomicamente,derme%20papilar%2C%20derme%20reticular>, Acesso:22/10/2024.

A camada superficial denominada epiderme é avascular, sendo composta basicamente de queratina, estratos germinativo, espinhoso, granuloso, lúcido e córneo. A camada intermediária é a derme, esta que atribui estrutura a pele, é vascularizada, formada por tecidos conjuntivos densos, que se subdividem em derme papilar e reticular, os mesmos que são constituídos por aproximadamente 70% de água e 30% de fibras de colágeno, elastina, mucopolissacarídeos ou glicosaminoglicanos. A última camada, designada como hipoderme é estruturada por tecidos adiposos e tecidos conjuntivos frouxos vascularizados, sendo responsável por armazenar energia, oferecer proteção mecânica e atuar como isolante térmico. (NETTER *et al* FRANKH, 2019) (Figura 2).

Figura 2: Subdivisões entre camadas.



Fonte: <https://www.kenhub.com/pt/library/anatomia/sistemategumentar#:~:text=pele%20%C3%A9%20o,dependendo%20da%20localiza%C3%A7%C3%A3o>, Acesso:22/10/2024.

A pele serve como uma armadura para proteger nosso corpo de danos, mecânicos, químicos, osmóticos, térmicos e dos provocados pela radiação ultravioleta (através da melanina). Além de ser o principal órgão sensorial do nosso corpo, contém um grande número de terminações nervosas, (TZOUNIS, L *et al* EGG SHELL MEMBRANE).

Apesar de apresentar uma grande capacidade de renovação, nos seres humanos temos um processo natural, nascer, crescer, amadurecer, envelhecer e morrer, e junto com esse processo as nossas células também diminuem o processo de se reproduzirem a medida que vamos envelhecendo (FELIPE SANTOS, 2014).

Sendo assim, a uma grande preocupação inserida na sociedade é a demanda por procura para tratamentos estéticos, tendo um aumento no número de inovações e técnicas novas mais eficazes e seguras e menos invasivas, dentre essas técnicas vem seu destacando a aplicação do ácido hialurônico.

O presente estudo é importante para mostrar o processo de extração do ácido hialurônico da casca do ovo e sua utilização no desenvolvimento de um creme corporal.

Buscando inovação, a criação de novos produtos cosméticos e eficazes, contribuem com a sustentabilidade ambiental. (BORGES *et al*, 2014).

2.REVISÃO LITERATURA

2.1. Ácido Hialurônico

O ácido hialurônico de fórmula molecular $(C_{14}H_{21}NO_{11})_n$, Figura 3, é um polímero linear, é um biopolímero pertencente à família dos glicosaminoglicanos, constituído por unidades dissacarídicas de ácido D-glicurônico (GlcA) e N-acetil-D-glicosamina (GlcNAc) unidas por uma ligação glicosídica β -1,3, (PURIFARMA, 2019).

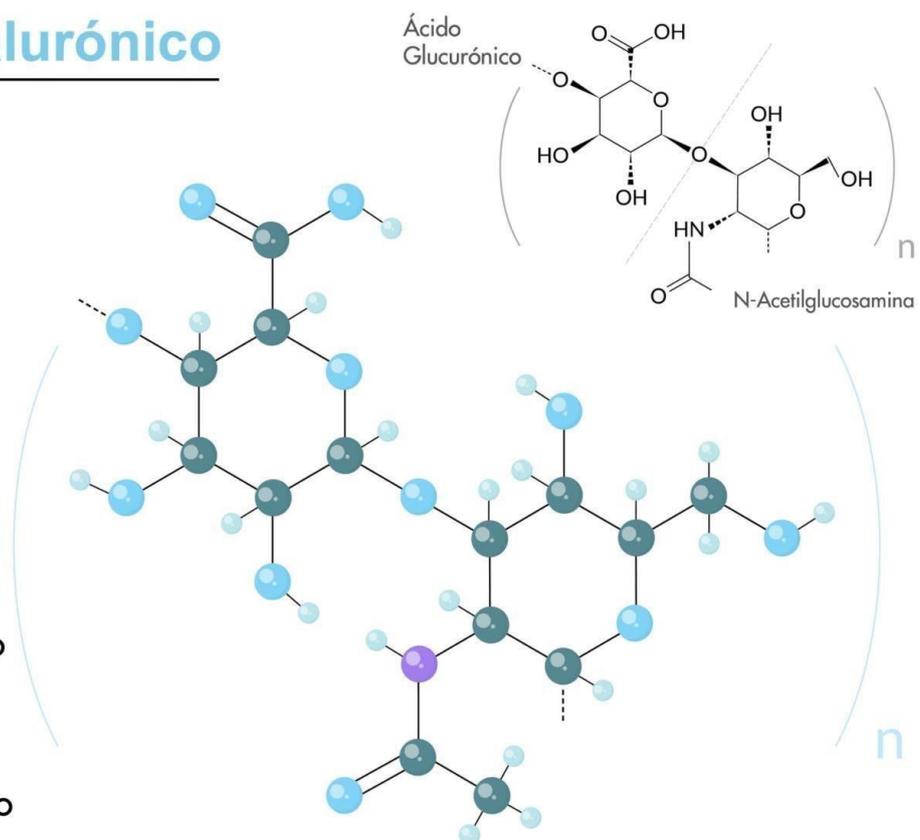
O polímero linear pode ser sintetizado tanto no organismo dos vertebrados quanto na cápsula de algumas bactérias e é rico em aplicações, já que sua molécula se destaca pelas características fundamentais que são a biocompatibilidade, higroscopicidade, viscoelasticidade, não imunogenicidade, sua capacidade de se degradar sem liberar toxicidades, (SILVA M.A; FERREIRA J.L, 2009).

Figura 3: Estrutura do Ácido D- glicurônico; Estrutura da N-acetil-D-glicosamina e repetidas unidades dissacarídicas formando o polímero linear; Ácido Hialurônico.

Ácido hialurônico

Fórmula molecular:
 $(C_{14}H_{21}NO_{11})_n$

- N Nitrógeno
- C Carbono
- O Oxígeno
- H Hidrógeno



Fonte: <https://magazine.x115.it/wp-content/uploads/2021/01/Acido-hialuronico-1536x1112.jpg>, Acesso:12/04/2025.

Esta molécula que conquistou está cada vez mais no mercado estético atua preenchendo as linhas de expressão e áreas do rosto que necessitam de reposição de volume, hidratando, devolvendo elasticidade e o aspecto saudável à pele, devido a sua alta higroscopicidade (REPOSITORIO, 2010).

A mesma está cada dia mais presente em nosso cotidiano, compondo formulações de shampoos, hidratantes (capilares, corporais, faciais e labiais), sérums, géis, cremes anti-idade, entre outros tantos produtos das linhas de higiene, limpeza, maquiagens e outros produtos cosméticos.

O ácido hialurônico é amplamente encontrado na natureza (ADAM; GHOSH, 2001). Nos animais, de maneira geral, o ácido hialurônico é encontrado na matriz extracelular e matriz Peri celular, mas sua ocorrência no espaço intracelular também foi relatada (COWMAN; MATSUOKA, 2005).

O AH desempenha diferentes funções, tais como lubrificação, hidratação e manutenção da estrutura tecidual. a maior quantidade de AH localiza-se na pele ($0,5 \text{ mg. g}^{-1}$ de tecido úmido) (SCHIRALDI, *et al*, 2010). Além de estar presente em todos os vertebrados. O AH produzido comercialmente pode ser de origem animal ou microbiana, sendo que ambos apresentam a mesma estrutura química do polímero encontrado em humanos, podendo diferir apenas com relação à massa molar (COONEY *et al*, 1999).

2.2 A produção de ovos e resíduos resultantes do processamento industrial

Ao decorrer dos últimos anos, a indústria tem atraído atenção especial por ser uma fonte preocupante de poluição do meio ambiente. O fato de produzir um alto volume de resíduos, sejam eles sólidos ou líquidos, tem despertado nas autoridades a preocupação com a forma de descarte escolhida por esse setor. Uma vez que, o despojamento do material restante pode resultar não só em contaminações dos recursos híbridos e poluição do meio ambiente como também pode vir a causar riscos à saúde pública (FREIRE e HOLANDA, 2006).

Ao analisar a produção nacional de ovos do Brasil, que correspondeu em 2020 a 53,533 bilhões de unidades (EMBRAPA, 2021), é possível concluir que há geração de elevado quantitativo de material restante oriundo do seu consumo, haja visto que, a casca do ovo representa 11% do seu peso total. Uma grande parte desses resíduos resultam de processos industriais e são utilizados na agricultura para corrigir o potencial hidrogeniônico (pH) de solos

ácidos. Contudo, mesmo gerando retorno econômico, o quantitativo remanescente ainda não é valorizado (OLIVEIRA *et al*, 2013).

O quantitativo alto de cascas de ovos gerado anualmente é preocupante pois mesmo sendo um material natural, que não apresente perigo no momento do descarte, o fato dele ser despejado no meio ambiente gera um problema de suma importância. Essa atitude impensada além de poluir o meio ambiente irá propiciar o desenvolvimento de ratos e vermes devido à matriz proteica orgânica presente que irá afetar a saúde pública do local (FREIRE e HOLANDA, 2006).

A importância da gestão da parcela residual de ovos utilizados na indústria torna-se pertinente, visto que, esse material está disponível de forma abundante, por ser subproduto comum em todo o mundo, e, mesmo sendo biodegradável, pode causar riscos ambientais quando depositado em grandes quantidades (GURU e DASH, 2014).

Considerando o elevado descarte da casca do ovo, o emprego na produção de um novo produto torna-se alternativa promissora. No momento atual, a legislação ambiental em diversos locais do mundo tem pressionado às empresas que se responsabilizem pelos resíduos gerados nos seus processos e criem protocolos corretos para o descarte daquilo que for restante ao finalizar a sua produção. Essa dura fiscalização tem incentivado um olhar diferenciado ao material que antes era descartado sem a devida atenção. Com isso, um grande número de novos produtos tem surgido com a intenção de agregar valor a esses resíduos (CUNHA *et al*, 2019).

2.3. Membrana da casca do ovo de galinha: características biológicas, nutricionais e perspectivas de emprego como recurso natural

Os ovos de galinha têm pertencido à dieta de muitas culturas ao longo dos séculos e sempre foram bem aceitos. Algumas culturas inclusive possuem o hábito de ingerir as cascas e membranas da casca do ovo (RUFF *et al*, 2012). O ovo é composto por diversas partes, as principais são: casca, membranas da casca, gema e clara, também conhecida como albúmen. Há também as partes que estão presentes em menor volume, como por exemplo: o disco germinativo, as calazas, a cutícula e a câmara de ar (MEDEIROS; ALVES, 2014).

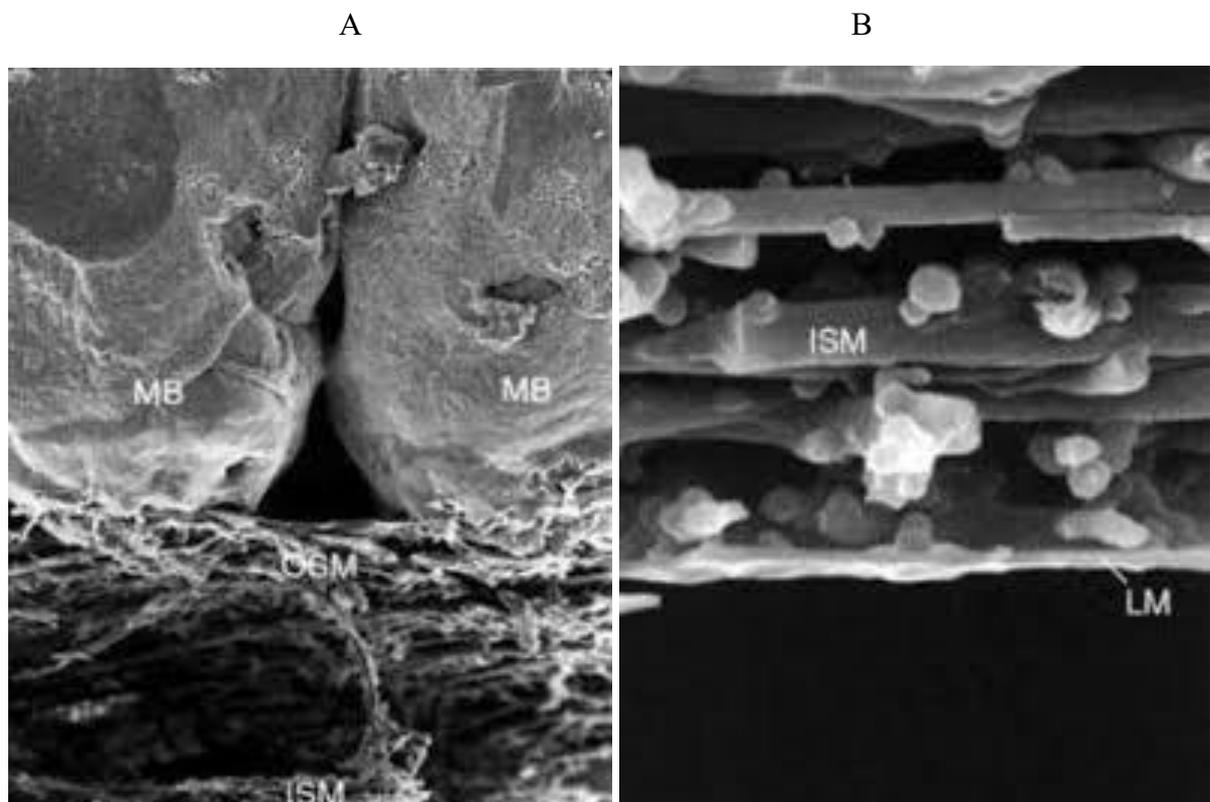
Analisando de outra perspectiva, as membranas da casca do ovo possuem potencial como biomaterial útil e são disponíveis em grandes quantidades como um produto residual da indústria de processamento de ovos (DU *et al*, 2015). Pesquisadores têm dado atenção a este subproduto uma vez que, de acordo com Zhao *et al*, (2019), a membrana da casca do ovo é uma

fonte de proteína de alta qualidade, visto que há relação com o clareamento da pele e a proteção da derme contra as rugas (DU *et al*, 2015).

As membranas da casca do ovo são divididas em membrana externa, membrana interna e membrana limitante. É possível separar de forma mecânica as membranas interna e limitante, entretanto a membrana externa é retirada da casca do ovo de forma mais eficaz utilizando tratamento ácido: ácido clorídrico (HCl), ácido etilendiamino tetra-acético (EDTA) ou até mesmo o ácido acético diluído, (BALAZ, 2014).

As membranas são filamentos unidos por ligamentos de interconexão que dão origem a uma malha fibrosa retiforme e estão localizadas em níveis paralelos à casca do ovo (HINCKE *et al.*, 2000). Ou seja, no alto da clara do ovo encontra-se uma fina faixa que é denominada membrana interna, que permanece incalcificada, e unido à concha, é possível localizar a membrana externa (Figura 4A), que em alguns locais torna-se mineralizada por ser pontos de fixação dos corpos mamilares da superfície interna da concha calcificada (Figura 4B) (DU *et al.*, 2015; HINCKE *et al*, 2000).

Figura 4: Morfologia de membrana de casca de ovo por micrografia eletrônica de varredura: (A) – Fibras da membrana interna (ISM), fibras da membrana externa (OSM) e pontos de fixação dos corpos mamilares (MB), e (B) – Membrana limitante (que circunda a clara do ovo) (LM).

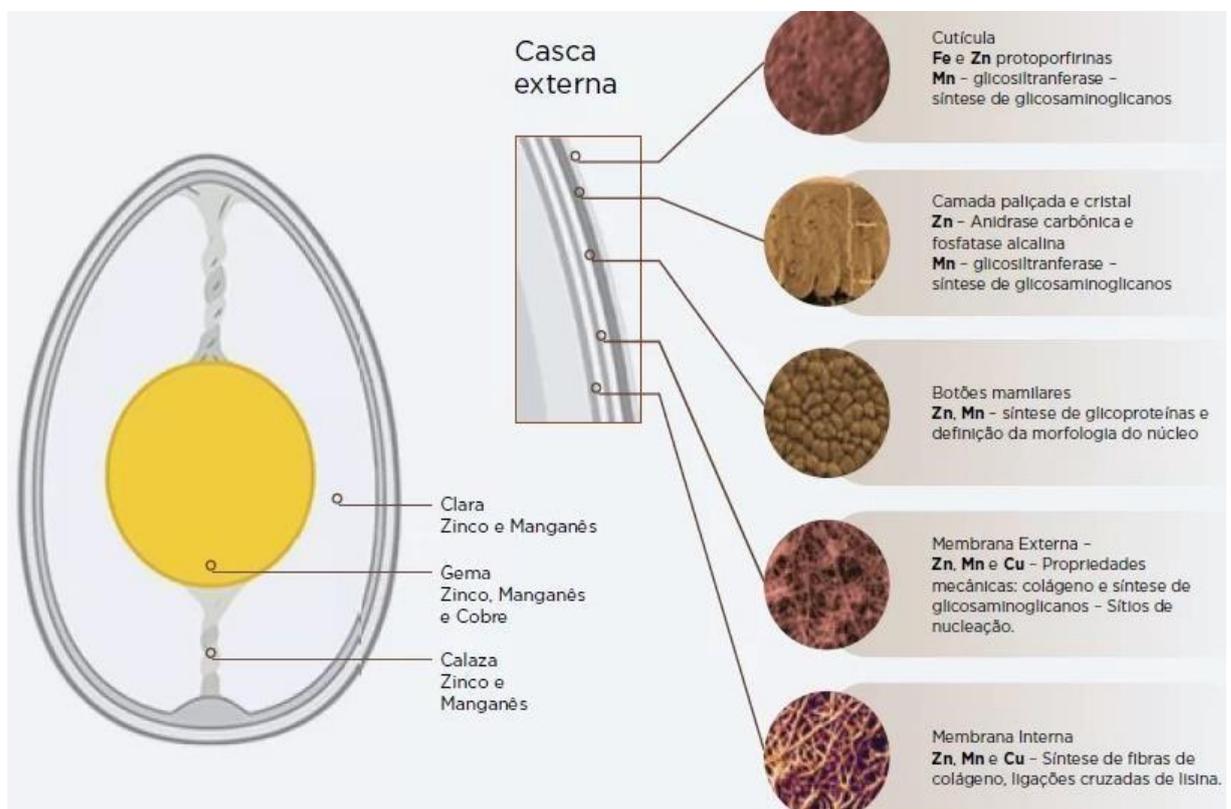


Fonte: Adaptado de Hincke *et al* (2000), Acesso:29/10/2024.

A partir da figura 5, é possível identificar a disposição das membranas na estrutura do ovo. A membrana externa está localizada próxima aos cones mamilares e tem espessura de 1 a 7 μm . No entanto, a membrana interna tem menor dimensão, com espessura de 0,1 a 3 μm , e é separada da membrana externa por um espaço preenchido com ar (HINCKE *et al*, 2000).

Por fim, a membrana limitante, representada é uma estrutura muito fina que contorna a clara do ovo preenchendo os espaços entre as fibras da membrana interna (BALÁZ, 2014).

Figura 5: Membrana externa da casca e membrana interna da casca.



Fonte: <https://nutrinews.com/wp-content/uploads/2021/11/f.png>, Acesso:12/04/2024.

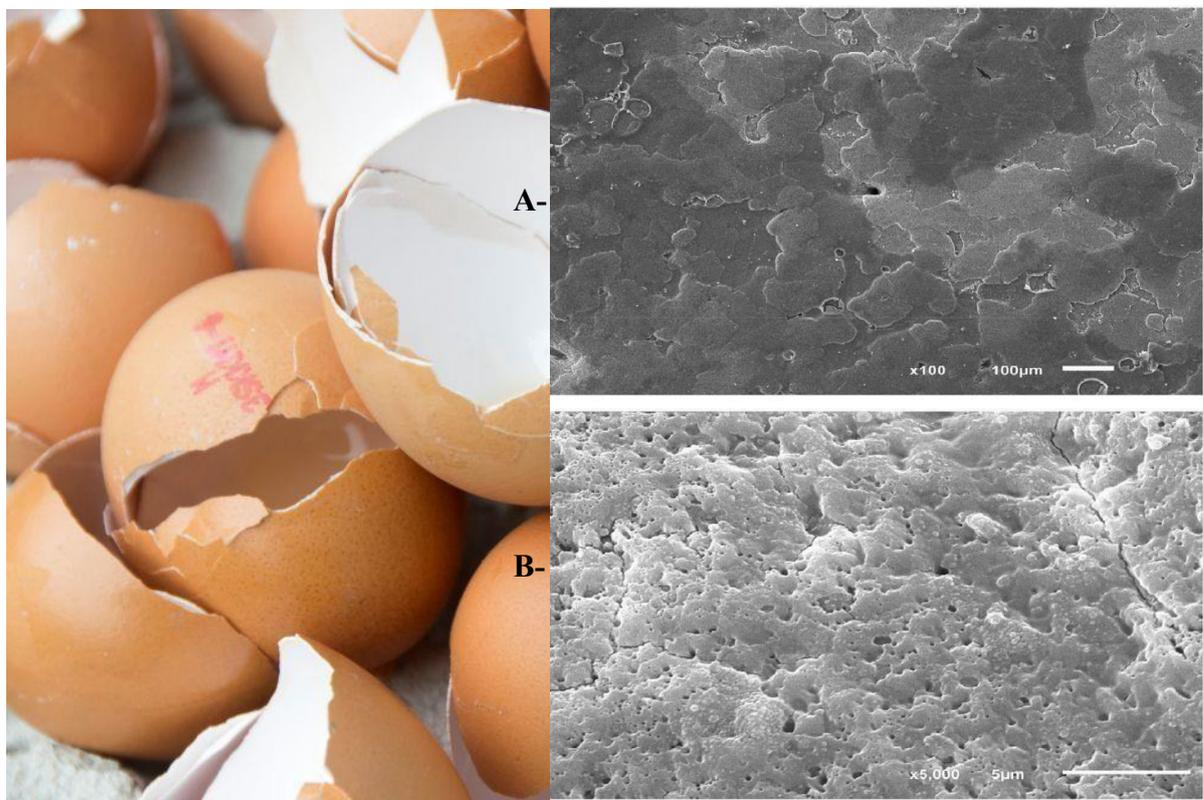
As membranas são fonte natural de proteína combinada, elastina, colágeno, glucosamina, condroitina e ácido hialurônico (HEWLINGS *et al*, 2019).

Segundo Mohammadi (2016), o colágeno representa 10% do total de proteínas presentes na membrana e essa característica incentiva a produção de diversos estudos com o intuito de respaldar o seu uso tanto para fins estéticos como para aqueles relacionados à qualidade de vida do homem.

A casca do ovo é uma capa mineral fina (aproximadamente 350 microns de espessura), que protege o conteúdo do ovo contra impactos mecânicos, desidratação e contaminação por microorganismos (NYS *et al.*, 1999; HINCKE *et al.*, 2012). Esta capa é perfurada por inúmeros poros que permitem a troca de gases necessária para a respiração do embrião. Também fornece o cálcio necessário para o desenvolvimento do esqueleto.

Ela é composta por membranas orgânicas, capa mineral e a cutícula que recobre a superfície externa da casca. As membranas da casca do ovo são uma rede de fibras de colágeno, glicoproteínas e proteínas. Figura 6 há uma membrana interna mais fina, localizada sobre a membrana limitante que rodeia a clara do ovo, além de uma membrana externa mais grossa unida aos sítios mamilares (parte interna da capa mineral).

Figura 6. Ultraestrutura e microestrutura da casca do ovo. Imagens de microscopia eletrônica da superfície externa da casca do ovo com a cutícula (A) e da seção transversal da casca (B). PL, ML e SM: capa paliçada, camada mamilar e membranas, respectivamente. A barra de escala equivale a 100 micras. (Avalia Cuevas; Cháves, La cáscara del huevo: estructura, e composición de 2015).



Fonte: https://nutrinews.com/wpcontent/uploads/2020/12/Libro_Final3TrinutriNwsBRASIL-web33333333.jpg, Acesso:12/04/2025.

A parte mais grossa da capa mineral é constituída de cristais colunares de calcita (carbonato cálcio). Finalmente, a superfície exterior da casca do ovo é coberta pela cutícula, uma capa orgânica muito fina (de poucos micras de espessura), que tampa os poros, controlando a permeabilidade da casca e evitando a entrada de bactérias através da mesma (MUÑOZ *et. al.* 2015). A cutícula contém proteínas (lisozima) e lipídios com potente atividade antimicrobiana.

O ácido hialurônico atua na firmeza da pele e, unido ao colágeno, ela ficará mais saudável e livre daquela aparência cansada e sem viço (TALKSCIENCE, 2022).

O AH é uma substância natural encontrada em tecidos conjuntivos, como pele, cartilagem e líquido sinovial. Embora comumente extraído de fontes animais (cristas de galinhas ou córneas de bovinos), pesquisas recentes exploram a extração do AH da casca de ovo, oferecendo vantagens como:

1. Custo reduzido: A casca de ovo é um resíduo disponível e barato.
2. Sustentabilidade: Reduz o desperdício e promove práticas eco amigáveis.
3. Pureza: O AH extraído da casca de ovo apresenta menor risco de contaminação.
4. Compatibilidade: Pode ser utilizado em produtos para vegetarianos e veganos.

3. METODOLOGIA

Amostras de ovos brancos foram adquiridos no comercio de Limeira entre os meses de Abril e Maio de 2025. Adaptamos metodologias para extração do ácido hialurônico, em amostras da membrana da casca do ovo. Tratando-se de uma pesquisa de caráter qualitativo. O cenário da pesquisa foi realizado na Etec Trajano Camargo de Limeira - SP.

3.1 Procedimentos

3.1.1 Higienização das vidrarias

Lavamos os béqueres de vidros de marca (VIDROLABOR), placa de Petri, funil de vidro, proveta de polipropileno, almofariz e pistilo de porcelana, bastão de vidro e espátula de alumínio, em água corrente e detergente neutro com auxílio de uma esponja com o lado amarelo, após enxaguamos com água deionizada e secamos em atmosfera ambiente, sobre as grades, vide figura 7.

Figura 7. Lavagem de um béquer de vidro.



Fonte: Arquivo dos próprios autores, 2025.

3.1.2 Preparo da Matéria Prima

Lavamos os ovos, utilizando água corrente e detergente neutro com auxílio de uma esponja com lado amarelo, secamos com papel toalha, Figura 8. Depois quebramos os ovos retiramos a gema e a clara em seguida lavamos as cascas internamente com água deionizada, removemos

membrana interna, transferimos para uma peneira de polipropileno e depositamos em uma forma de alumínio. Levamos ao aquecimento sobre um bico de Meker, em chama baixa até secagem.

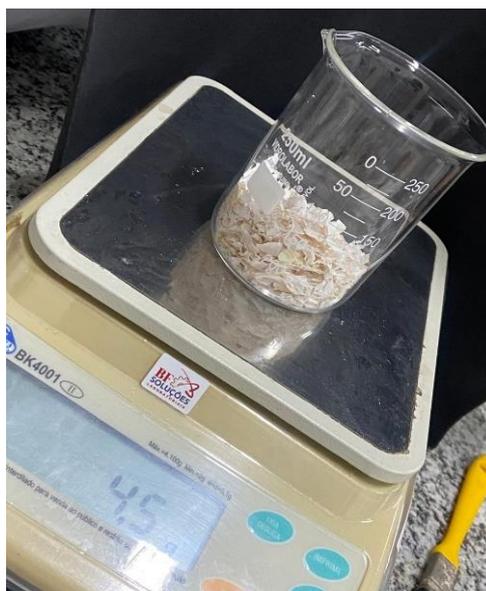
Trituramos em almofariz de cerâmica, com pistilo de cerâmica, até micronização.

Figura 8. Lavagem das cascas do ovo e da membrana.



Fonte: Arquivo dos próprios autores,2025.

Figura 9. Pesagem de 4,5 g da membrana.



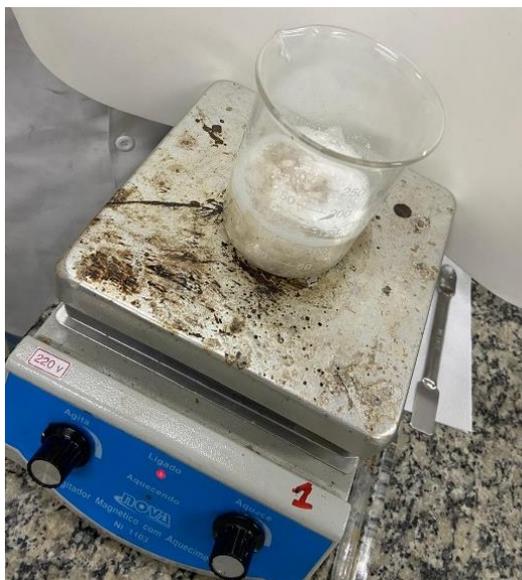
Fonte: arquivo dos próprios autores,2025.

3.1.3 Desmineralização

Em um béquer de vidro de 250ml pesamos em uma balança eletrônica GEHAKA 4,5g da membrana seca e triturada, vide Figura 9, por intermédio de uma proveta de polipropileno, adicionamos 100ml de ácido clorídrico (HCl) 0,1mol/l. Após, levamos ao agitador magnético NOVA, deixamos sob agitação em rotação lenta por trinta minutos, Figura 10.

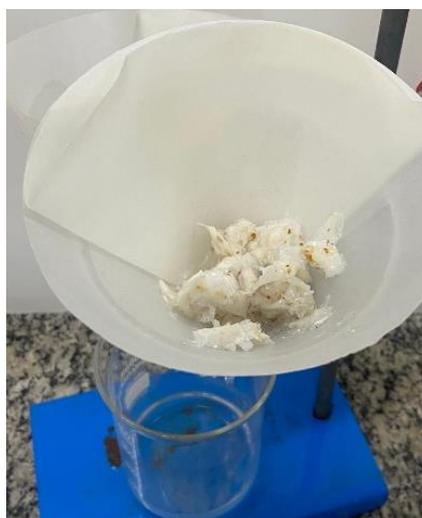
Posteriormente, filtramos a partir de um funil de vidro e papel filtro de 24cm previamente dobrado. O filtrado foi recolhido em um béquer de vidro de 400ml. Lavamos o sólido com aproximadamente 100ml de água deionizada, Figura 11.

Figura 10. Agitação para a desmineralização.



Fonte: arquivo dos próprios autores,2025.

Figura 11. Filtração após a desmineralização.



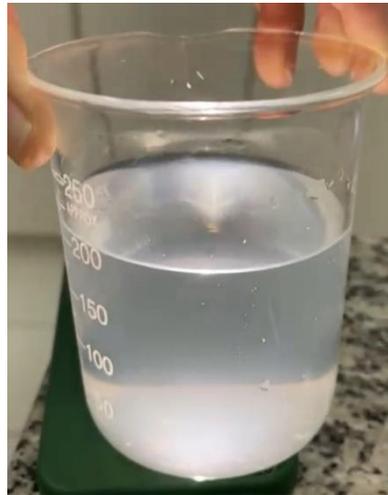
Fonte: arquivo dos próprios autores,2025.

3.1.4 Extração

Logo após, transferimos o sólido para um béquer de vidro de 400ml (membrana limpa), adicionamos 80ml de água deionizada com o auxílio de uma proveta de polipropileno, ajustamos o pH entre 8,0-8,5 com NaOH a 0,1 mol/l, utilizamos para isso aproximadamente 50ml da solução alcalina.

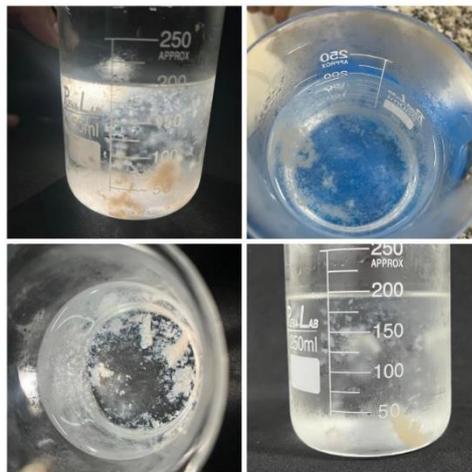
Então, a mistura foi aquecida a temperatura entre 45-50°C por 1 hora sobre agitação a baixa rotação, em um agitador magnético NOVA, em seguida filtramos utilizando o funil de vidro e papel filtro de 24cm. Recolhemos o filtrado, em béquer de vidro de 400ml. A seguir adicionamos 240ml de álcool 92,8 INPM, previamente resfriado, ao béquer. Observamos imediatamente que o sistema apresentou uma acentuada turbidez, Figura 12. Vedamos o béquer na superfície com filme plástico e então, levamos à geladeira, deixamos em repouso por 24 horas para complementar a precipitação do ácido hialurônico, Figura 13.

Figura 12. Amostra do filtrado em repouso.



Fonte: arquivo dos próprios autores,2025.

Figura 13. Precipitação do AH após 24 horas em repouso.



Fonte: Arquivo dos próprios autores,2025.

3.1.5 Secagem da amostra

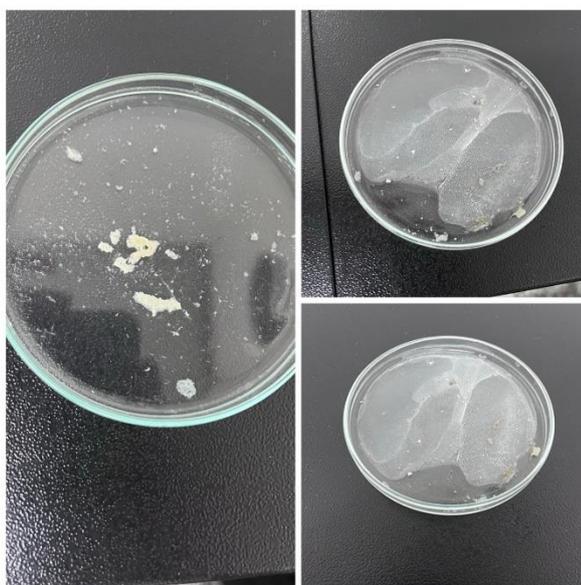
Após as 24 horas, transferimos o precipitado para placas de Petri de vidro, e levamos no desidratador INOVA para remoção da umidade, em temperatura constante de 40°C, por aproximadamente 6 horas, Figuras 14 e 15.

Figura 14. Secagem no desidratador.



Fonte: arquivo dos próprios autores,2025.

Figura 15. Amostra do AH já seca após 6 horas.



Fonte: arquivo dos próprios autores,2025.

3.1.6 Teste

Após a secagem do ácido hialurônico, retiramos uma pequena amostra e testamos a acidez, a partir da utilização do indicador Azul de bromotimol a 0,1%, Figura 16.

Figura 16. Amostra do AH com o azul de bromotimol.

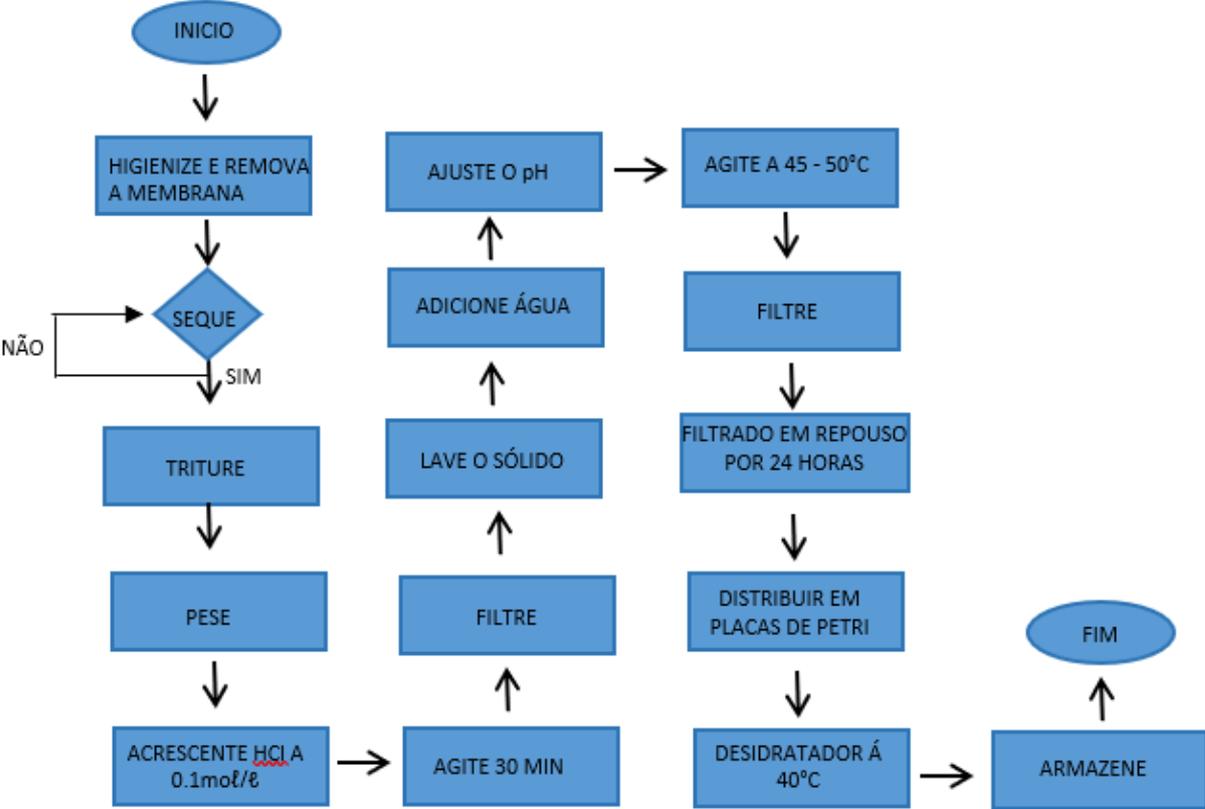


Fonte: arquivo dos próprios autores,2025.

3.2 Fluxograma

Elaboramos o fluxograma descritivo das etapas dos processos que aplicamos para a obtenção do ácido hialurônico a partir de amostras de cascas de ovos, vide Figura 17.

Figura 17. Fluxograma descritivo das etapas para extração de ácido hialurônico em amostras de cascas de ovos.



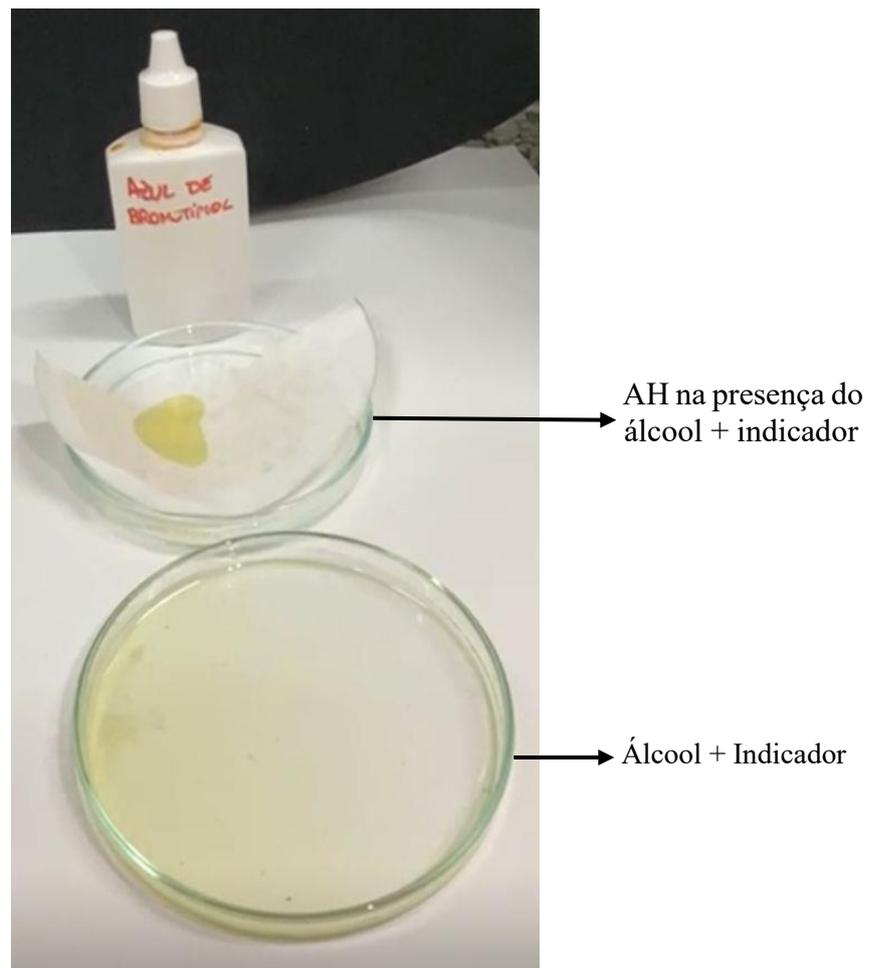
Fonte: arquivo dos próprios autores, 2025.

4. DISCUSSÕES E RESULTADOS

A extração do ácido hialurônico a partir da membrana de cascas do ovos mostrou-se uma alternativa viável, econômica e sustentável frente às fontes convencionais. Durante o desenvolvimento, foi possível observar que os reagentes como o HCl, NaOH e o álcool 92,8 INPM (C_2H_6O), nos auxiliou de forma eficiente para a extração do ácido hialurônico. Obtivemos ao final uma substância de coloração branca.

O primeiro teste fizemos a extração utilizando o funil de gooch para filtração a vácuo da mistura, separando o sólido do líquido, porém não obtivemos o resultado esperado, pois perdemos parte do sólido que seria o nosso ácido, contudo com o pouco que restou fizemos o teste usando o indicador azul de bromotimol, que também não foi eficaz porque havia a presença de etanol, C_2H_6O , que é uma substância de caráter ácido e impossibilita a identificação qualitativa do ácido hialurônico, de acordo com a Figura 17.

Figura 17. Teste de acidez do ácido hialurônico extraído na presença de etanol, a partir do indicador azul de bromotimol.

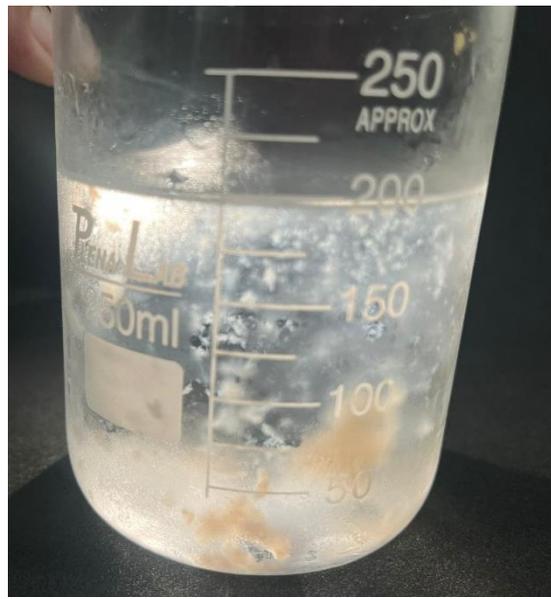


Fonte: Arquivo dos próprios autores, 2025.

Após separar cada um dos reagentes, pesar, adicioná-los uns aos outros de acordo com as descrições da metodologia que utilizamos, promovermos agitação, sob aquecimento com temperatura entre 40 e 50°. Concluímos a extração do ácido hialurônico.

A decantação do precipitado, constituído por ácido hialurônico ocorreu de maneira clara, como pode ser observado na Figura 18.

Figura 18. Decantação do precipitado.

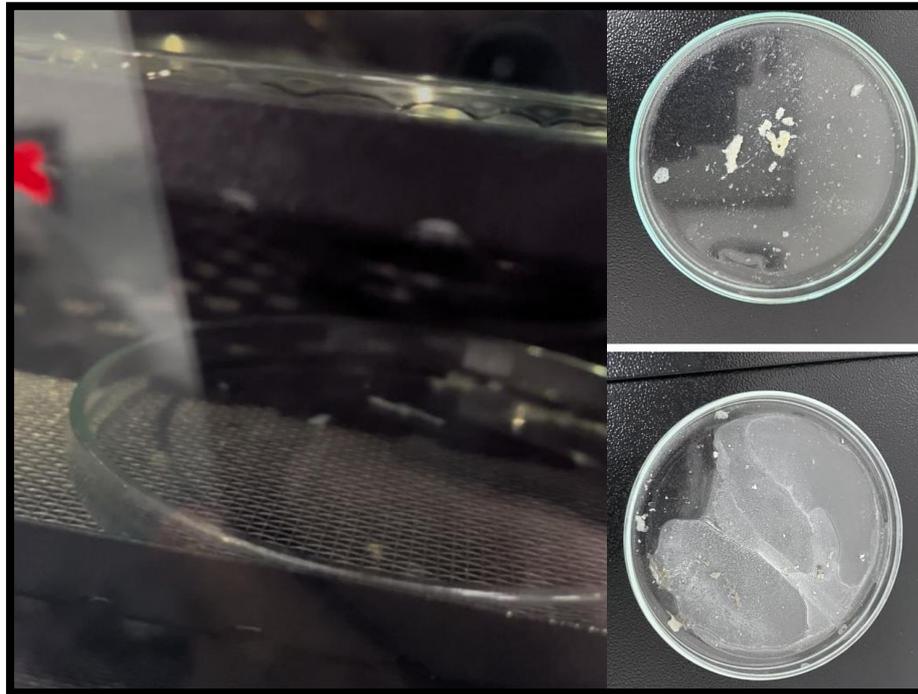


Fonte: arquivo dos autores,2025.

Adaptamos uma técnica simples, e com baixo custo dos reagentes, que possibilitou entender o potencial dessa metodologia, se tornando uma alternativa viável e sustentável para a extração da substância pretendida.

Para a identificação qualitativa do ácido hialurônico extraído, foi novamente utilizado o indicador azul de bromotimol, que indica a presença de um ácido sendo um indicador de pH que em solução ácida fica amarelo, em solução básica fica azul e em solução neutra fica verde, ele atua como um ácido fraco, entretanto primeiro fizemos a secagem no desidratador com o precipitado que contém o ácido hialurônico, em temperatura de 40° para evaporação total do álcool, conforme a Figura 19.

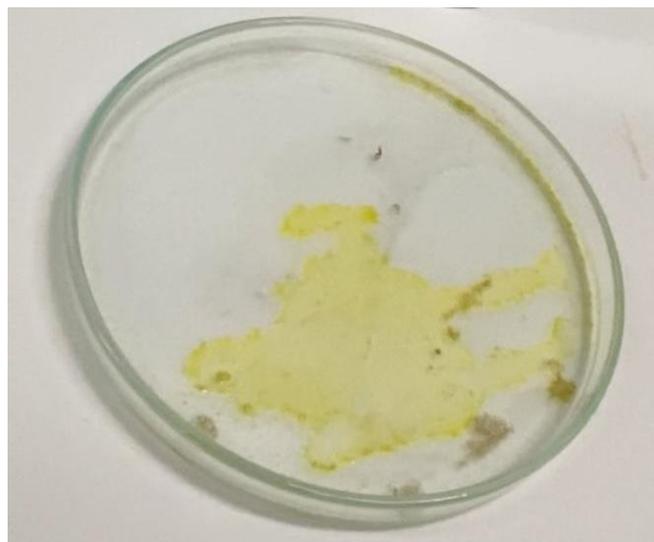
Figura 19. Ácido hialurônico em placas de petri.



Fonte: arquivo dos autores,2025.

Depois de totalmente seco fizemos o teste utilizando o indicador, e conforme esperado o teste indicou que realmente o AH é um ácido, mesmo sem a realização de análises mais precisas ou análises estruturais, como por exemplo, métodos cromatográficos ou espectrométricos, obtivemos resultados que corroboram com o que é descrito em em literaturas consultados pelos componentes do grupo.

Figura 20. Teste de acidez em amostra de ácido hialurônico previamente extraído com o indicador azul de bromotimol.



Fonte: arquivo dos autores,2025.

5. CONCLUSÃO

A extração de ácido hialurônico a partir da membrana da casca do ovo é viável, tanto do ponto de vista técnico e econômico. A metodologia aplicada, baseia-se na técnica de extração em meio ácido e precipitação em meio alcoólico, na presença de etanol. Obtivemos um produto com características físicas compatíveis com o ácido hialurônico, como coloração branca.

A presença de acidez detectada por meio do indicador azul de bromotimol reforça o sucesso da extração, mesmo sem o uso de análises laboratoriais mais avançadas. Além de alcançar o objetivo proposto, o experimento evidencia o potencial de reaproveitamento de resíduos orgânicos, alinhando-se com os princípios da sustentabilidade. A utilização da casca de ovo, um resíduo amplamente disponível e de baixo custo, mostra-se uma alternativa frente às fontes convencionais de obtenção do ácido hialurônico.

Apesar das limitações do trabalho, como a ausência de testes qualiquantitativos e de pureza, os resultados obtidos abrem espaço para futuros estudos mais aprofundados, com análises em equipamentos complementares que possam confirmar a identidade estrutural do produto extraído. Dessa forma, o trabalho contribui para a valorização de resíduos que seriam desperdiçados para a busca de soluções mais sustentáveis na indústria química e cosmética.

REFERÊNCIAS

- <https://nutrinews.com/pt-br/a-casca-do-ovo-estrutura-formacao-quais-fatores-afetam-sua-qualidade/#:~:text=A%20casca%20do%20ovo%20%C3%A9,lip%C3%ADdeos%20com%20potente%20atividade%20antimicrob.>
- Barel, A. O., Paye, M., & Maibach, H. I. (2009). Handbook of Cosmetic Science & Technology (3rd ed.). CRC Press.
- Sato, M. M., & Salgado, P. R. (2018). Tecnologia e Prática Cosmetológica: Guia para Profissionais e Estudantes. São Paulo: Editora LTC.
- https://nutrinews.com/wp-content/uploads/2020/12/Libro_Final-3Tri-nutriNewsBRASIL-web333333333.jpg.
- <https://www.kenhub.com/pt/library/anatomia/sistematagumentar#:~:text=pele%20%C3%A9%20o,dependendo%20da%20localiza%C3%A7%C3%A3o.>
- <https://www.kenhub.com/pt/library/anatomia/sistematagumentar#:~:text=A%20pele%20%C3%A9%20anatomicamente,derme%20papilar%2C%20derme%20reticular.>
- GUYTON, Arthur C.; HALL, John E. Tratado de fisiologia médica. 13. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.
- NETTER, Frank H. Atlas de anatomia humana. 7. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2019.
- SILVA, M. A.; FERREIRA, J. L. Ácido hialurônico: estrutura e propriedades. 2009. Disponível em: <https://magazine.x115.it>. Acesso em: 12 abr. 2025.
- BORGES, Felipe Santos. Dermatologia estética: fundamentos e aplicações. São Paulo: Livraria Santos, 2014.
- FREIRE, E. R.; HOLANDA, J. N. F. Reutilização de resíduos sólidos industriais. Revista Cerâmica, v. 52, n. 333, p. 30-35, 2006.
- ABIHPEC – Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos. Cosmetic Innovation. 18 out. 2024. Disponível em: <https://cosmeticinnovation.com.br>. Acesso em: 22 out. 2024.
- EMBRAPA. Produção de ovos no Brasil – 2021. Brasília: EMBRAPA, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br>. Acesso em: 22 out. 2024.
- HINCKE, M. T. et al. The eggshell structure and membrane: properties and applications. Poultry Science, v. 79, p. 105-113, 2000.

CUNHA, M. A. et al. Valorização de resíduos da indústria alimentícia: uma revisão sobre casca de ovo. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, v. 13, n. 1, p. 302-315, 2019.

BALÁZ, M. Eggshell membrane biomaterial: a review. *Materials Science and Engineering C*, v. 33, n. 6, p. 3098-3110, 2014.

KENHUB. Sistema tegumentar: camadas da pele. Disponível em: <https://www.kenhub.com/pt/library/anatomia/sistemategumentar>. Acesso em: 22 out. 2024.

NUTRINEWS. Ultraestrutura da casca do ovo. Disponível em: <https://nutrinenews.com>. Acesso em: 12 abr. 2025.