AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO POLISSACARÍDEO HIALURONATO DE SÓDIO NA VISCOSIDADE DE SISTEMAS AQUOSOS[1]

EVALUATION OF THE INFLUENCE OF THE POLYSACCHARIDE SODIUM HYALURONATE ON THE VISCOSITY OF AQUEOUS SYSTEMS

Giovana Félix Da Silva Penacchio[2]; Gabriele Wander Ruas de Lima (Orientador)[3]

RESUMO

Introdução: O hialuronato de sódio é um polissacarídeo composto por unidades repetitivas de ácido glucurônico e N-acetilglucosamina, cuja estrutura linear altamente polimérica permite a formação de redes tridimensionais em solução aquosa, favorecendo sua aplicação em cosméticos devido à capacidade de retenção hídrica e formação de texturas viscoelásticas. **Objetivo:** Avaliar experimentalmente a influência do polissacarídeo hialuronato de sódio na viscosidade de sistemas aquosos, com o intuito de compreender seu comportamento reológico e sua estabilidade. **Material e métodos:** Foram desenvolvidas quatro amostras padronizadas, submetidas a testes de viscosidade utilizando viscosímetro Brookfield DV-II+ Programmable Viscometer LV com tamanhos distintos de *spindle*, visando analisar o comportamento reológico das formulações. **Resultados:** As análises demonstraram que o aumento da concentração de hialuronato de sódio resulta em elevação significativa da viscosidade das formulações, entretanto, esse aumento também está associado a uma maior tendência à instabilidade físico-química ao longo do tempo, especialmente sob variações de temperatura. **Considerações finais:** O Hialuronato de Sódio apresenta alterações reológicas eficientes, comprovando sua funcionalidade espessante, porém sua estabilidade varia de acordo com a concentração de uso e condição do armazenamento.

Palavras-chave: Hialuronato de sódio. Viscosidade. Estabilidade.

ABSTRACT

Introduction: *Sodium hyaluronate is a polysaccharide composed of repetitive units of glucuronic acid and N-acetylglucosamine, whose highly polymeric linear structure allows the formation of three-dimensional networks in aqueous solution, favoring its application in cosmetics due to its water retention capacity and formation of viscoelastic textures.* ***Objective:*** *To experimentally evaluate the influence of the polysaccharide sodium hyaluronate on the viscosity of aqueous systems, in order to understand its rheological behavior and its stability.* ***Material and methods:*** *Four standardized samples were developed, submitted to viscosity tests using a Brookfield DV-II+ Programmable Viscometer LV with different spindle sizes, aiming to analyze*

---

[1] Artigo apresentado como requisito parcial do Trabalho de Graduação, no Curso Superior de Tecnologia em Cosméticos, da Faculdade de Tecnologia de Diadema Luigi Papaiz.

[3] Profª. Me. Gabriele Wander Ruas De Lima. Docente da Faculdade de Tecnologia de Diadema Luigi Papaiz. Contato: gabriele.lima01@fatec.sp.gov.br

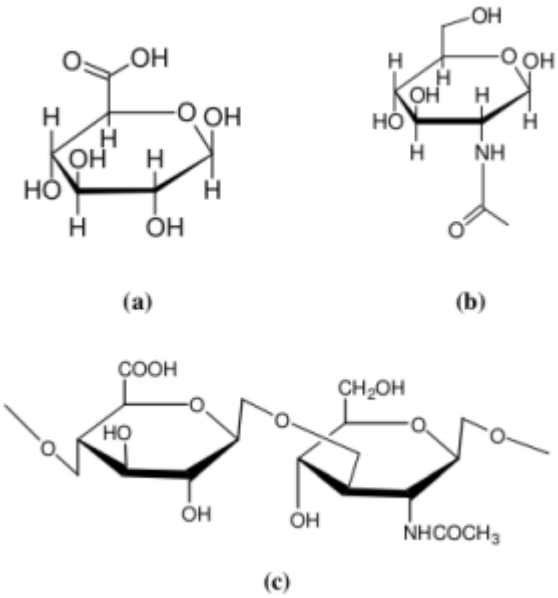
*the rheological behavior of the formulations**. Results:** The analyses demonstrated that the increase in the concentration of sodium hyaluronate results in a significant rise in the viscosity of the formulations; however, this increase is also associated with a greater tendency to physicochemical instability over time, especially under temperature variations**. Final considerations:** Sodium hyaluronate presents efficient rheological changes, proving its thickening functionality, but its stability varies according to the concentration used and storage conditions.*

***Keywords**: Sodium hyaluronate. Viscosity. Stability.*

1. INTRODUÇÃO

Hialuronato de Sódio é um polissacarídeo de alto peso molecular da família dos glicosaminoglicanos. O Ácido Hialurônico (AH) é composto por unidades repetitivas do Ácido D-Glucurônico e N-acetil-D-glucosamina, sua estrutura linear altamente polimérica unida por ligações glicosídicas β-1,3 (FIGURA 1).

Figura 1: (a) Estrutura do Ácido D- glicurônico, (b) Estrutura da N-acetil-D-glicosamina e repetidas unidades dissacarídicas formando o polímero linear (c) Ácido Hialurônico.

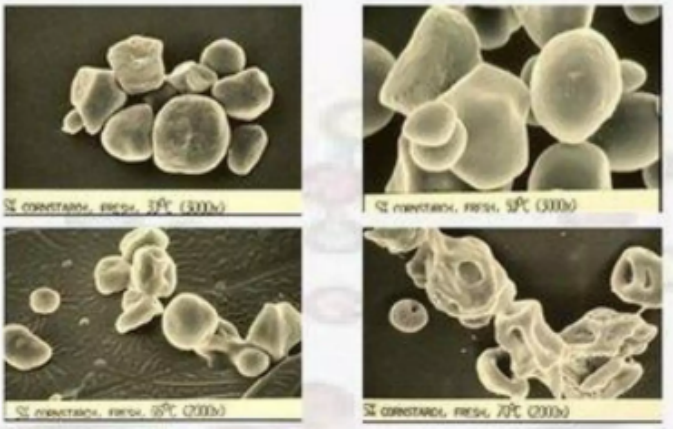


Fonte: SOUZA, 2023.

O AH de alto peso molecular (799,64 g·mol^{-1}) possui carga negativa em função do grupo carboxílico presente no ácido D-glucurônico. Esse grupo interage com íons positivos Na^{+}, formando o sal sódico conhecido como Hialuronato de Sódio. Essa interação promove forte afinidade com moléculas de água, possibilitando a formação de uma estrutura tridimensional estável por meio de pontes de hidrogênio. Essa característica justifica sua elevada higroscopicidade e sua capacidade de absorver até mil vezes o seu próprio peso em água, sendo essa propriedade diretamente associada ao fenômeno da viscoelasticidade. A viscoelasticidade é uma propriedade reológica que permite que substâncias como o Hialuronato de Sódio apresentem comportamento tanto de sólidos quanto de líquidos. Em soluções aquosas, essa substância se deforma constantemente sob força aplicada para absorver a água do

meio (FIGURA 2), mantendo, ao mesmo tempo, características estruturais, resultado das ligações cruzadas entre as cadeias poliméricas (Souza, 2023).

FIGURA 2 - FORMAÇÃO DE REDE TRIDIMENSIONAL POR MEIO DA ABSORÇÃO DA ÁGUA



Fonte: Meneses, 2008.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Objeto de estudo

O presente trabalho teve como objetivo a análise da viscosidade de um sistema aquoso contendo diferentes concentrações de hialuronato de sódio. Para isso, foram desenvolvidos quatro protótipos de formulações com variações desse ativo, utilizando ingredientes amplamente empregados em formulações cosméticas.

2.2 Formulação dos protótipos

As amostras foram desenvolvidas com base na formulação descrita na Tabela 1, com variações nas concentrações de hialuronato de sódio (P1 0,50%; P2 1,00%; P3 1,50% e P4 0,00%). Os demais ingredientes permaneceram constantes nas quatro amostras.

TABELA 1: Formulação do sistema de análise

INCI Name	%	Função cosmética
Hialuronato de sódio	P1 0,50	Espessante
	P2 1,00	
	P3 1,50	
	P4 0,00	
EDTA Dissódico	0,15	Quelante
Nipagin®	0,40	Conservante
Polissorbato 80	0,80	Emulsionante
Água	qsp 100	Veículo

Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

2.3 Preparo da amostra

A manipulação das amostras foi realizada em ambiente controlado, utilizando-se materiais devidamente higienizados. Inicialmente, a quantidade total de água foi aquecida até 50 °C, sendo então adicionado o EDTA Dissódico e o Nipagin®. Em seguida, cada concentração definida de hialuronato de sódio foi incorporada separadamente em cada protótipo, com agitação vigorosa até completa dispersão do ativo. Por fim, foi adicionado o Polissorbato 80 e as amostras foram acondicionadas em frascos de vidro incolor com tampa. Os protótipos permaneceram em temperatura ambiente por duas semanas antes da realização dos testes.

2.4 Análise de viscosidade

A análise de viscosidade foi realizada com auxílio de um viscosímetro Brookfield DV-II+ Programmable Viscometer LV com o objetivo de verificar a estabilidade reológica das formulações contendo diferentes concentrações de hialuronato de sódio. O primeiro teste foi conduzido em tempo zero (t0), com a amostra mantida em temperatura ambiente. Em seguida, foi realizado um segundo teste após 15 dias (t15), com a amostra previamente armazenada em estufa e geladeira, por fim um último teste após 45 dias (t45) em temperatura ambiente. Esses testes permitiram avaliar a estabilidade da viscosidade e a resistência da formulação a diferentes condições de armazenamento.

2.5 Tratamento dos dados

Os dados obtidos a partir das análises de viscosidade foram organizados em tabelas individuais e gerado um gráfico de barra com o intuito de observar o comportamento das formulações ao longo do tempo e sob diferentes condições de armazenamento.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o desenvolvimento do produto, foram preparados quatro protótipos contendo diferentes concentrações de hialuronato de sódio (0,50%, 1,00% e 1,50%), além de um protótipo controle (0,00%), isento desse ativo. Após uma semana de preparo, observou-se visualmente um aumento na viscosidade proporcional à concentração do polissacarídeo. No entanto, foi notada também a ocorrência de decantação em todos os protótipos, indicando possível instabilidade físico-química da formulação em repouso.

Após duas semanas de armazenamento, identificado como tempo zero (T0) para início das análises instrumentais, os protótipos foram submetidos à análise de viscosidade utilizando um viscosímetro Brookfield DV-II+ Programmable Viscometer LV com diferentes *spindles*, conforme a Tabela 1:

Tabela 1 – Análise de viscosidade em temperatura ambiente (T0)

Protótipo	% AH	Viscosidade (cP)	*Spindle*	Torque (%)
P1	0,50	135,6	4	21,7
P2	1,00	148,1	4	23,6
P3	1,50	2824	7	22,6
P4	0,00	80,2	4	12,8

Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

A análise de viscosidade inicial confirmou os dados observados visualmente: houve um aumento progressivo da viscosidade com o acréscimo do hialuronato de sódio na formulação, sendo o P3 o que apresentou maior resistência ao fluxo (2824 cP), exigindo a troca do *spindle* para o número 7, devido à elevada viscosidade. Em contrapartida, o protótipo P4, apresentou a menor viscosidade entre os quatro.

Após 15 dias, os protótipos foram submetidos a condições de estufa (± 45 °C) e refrigeração (± 8 °C), para avaliação da estabilidade térmica do sistema. A viscosidade foi novamente analisada e os resultados são apresentados na Tabela 2:

Tabela 2 – Viscosidade após 15 dias (T15) sob diferentes condições de armazenamento

Protótipo	Ambiente	Viscosidade (cP)	*Spindle*	Torque (%)
P1	Estufa	130,2	4	20,1
	Geladeira	138,5	4	22,0
P2	Estufa	140,0	4	22,5
	Geladeira	151,6	4	23,1
P3	Estufa	2600,0	6	35,0
	Geladeira	2860,0	7	24,8
P4	Estufa	75,6	4	11,2
	Geladeira	81,0	4	13,0

Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

De maneira geral, observou-se uma tendência à redução da viscosidade em altas temperaturas, indicando possível quebra das interações poliméricas, principalmente no protótipo P3. Por outro lado, as amostras armazenadas sob refrigeração mostraram manutenção ou leve aumento na viscosidade, possivelmente relacionado à maior integridade da rede tridimensional formada pelo hialuronato em baixas temperaturas.

Após 45 dias da preparação inicial, os protótipos foram mantidos em temperatura ambiente e submetidos novamente à análise reológica. Os dados são apresentados a seguir:

Tabela 3 – Viscosidade após 45 dias em temperatura ambiente (T45)

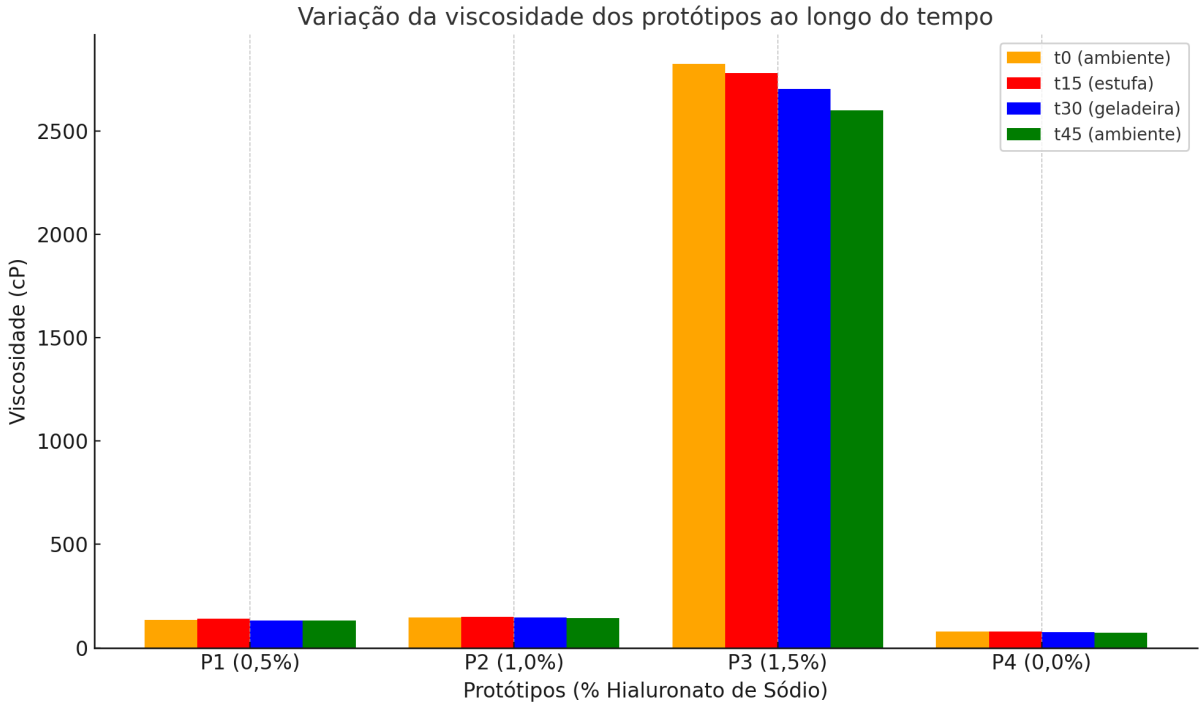
Protótipo	Viscosidade (cP)	*Spindle*	Torque (%)	Variação t0 (%)
P1	128,0	4	19,5	-5,6
P2	139,4	4	21,9	-5,9
P3	2510,0	6	28,0	-11,1
P4	72,5	3	09,6	-9,6

Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

A tendência de redução de viscosidade ao longo do tempo é esperada em sistemas contendo polissacarídeos naturais, que podem sofrer degradação hidrolítica ou rearranjo molecular. Além disso, observou-se que a maior concentração do ativo contribui para maior viscosidade inicial, mas também apresentou maior instabilidade ao longo do tempo.

Para complementar a análise, a representação gráfica a seguir (GRÁFICO 1) sintetiza os dados obtidos nas diferentes condições e tempos de estudo, facilitando a visualização comparativa da performance reológica dos protótipos. A figura reforça a tendência de redução da viscosidade ao longo do tempo e evidencia as variações entre os diferentes níveis de concentração de hialuronato de sódio, assim como os efeitos das condições de armazenamento.

Gráfico 1– Variação da viscosidade dos protótipos ao longo do tempo em relação às condições de armazenamento



Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

Os dados obtidos reforçam a relevância do hialuronato de sódio como agente modificador de viscosidade em sistemas aquosos. No entanto, evidenciam também a necessidade de estudos complementares, como testes de estabilidade em longa duração e análises microbiológicas, a fim de avaliar de forma mais abrangente a viabilidade e segurança do uso desse polissacarídeo em formulações cosméticas com objetivo de aumentar a resistência ao fluxo.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A escolha do ácido hialurônico de alto peso molecular foi fundamentada em sua elevada capacidade de retenção hídrica, característica que não se observa em frações de baixo peso molecular. Essa propriedade o torna especialmente eficaz na formação de redes polímericas que influenciam diretamente a resistência ao fluxo do sistema. A metodologia aplicada permitiu evidenciar a formação de uma rede viscoelástica típica dos polissacarídeos naturais, refletindo diretamente no aumento da resistência ao fluxo dos sistemas analisados. Os resultados obtidos indicam que, apesar do excelente desempenho do polímero como agente espessante, sua estabilidade é sensivelmente influenciada pelas condições de armazenamento, especialmente em temperaturas elevadas, nas quais se observa maior tendência à degradação.

Dessa forma, conclui-se que o hialuronato de sódio possui potencial significativo como espessante em sistemas aquosos cosméticos, desde que considerados aspectos críticos de estabilidade térmica. Recomenda-se a continuidade dos estudos para aprofundar a compreensão de seu comportamento reológico, especialmente na identificação do ponto de maior alteração ou eficiência espessante, o que contribuirá para o desenvolvimento de formulações mais estáveis e eficazes.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais – Josiani e Sérgio – por me darem asas e acreditarem em cada um dos meus voos, mesmo quando o céu parecia distante. Ao Bruno, por voar ao meu lado com coragem, amor e leveza.

À Biovit Farmácia de Manipulação, minha profunda gratidão pelo apoio fundamental. Em especial, à Regiane Macario, por acreditar no meu potencial e viabilizar parte essencial deste trabalho por meio da doação das matérias-primas. Sua confiança e generosidade foram indispensáveis para a concretização deste TCC.

À minha orientadora, Gabriele Wander, por compartilhar seus conhecimentos e seu carinho — não apenas neste ano como orientadora, mas por todos os caminhos que ajudou a abrir até aqui.

À Serv Chemical, meu sincero agradecimento por acolher este projeto, cedendo seu espaço e o equipamento essencial que permitiu tornar este trabalho realidade.

REFERÊNCIAS

SILVA, Camila Iserhardt da; SPADA, Jordana Corralo. Efeito de diferentes sais nas propriedades de géis à base de amido de pinhão. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Química) – Departamento de Engenharia Química, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

SOUZA, Maria Laura Reis de. Ácido hialurônico: uma revisão bibliográfica. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) – Instituto de Química, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2023.