

Avaliação do comportamento reológico de diferentes géis hidrofílicos

Nágila Maluf Corrêa, Flávio Bueno Camargo Júnior, Rosa Fernanda Ignácio e
Gislaine Ricci Leonardi*

Curso de Farmácia, Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade Metodista de Piracicaba

O tipo de polímero empregado na formulação de gel pode influenciar no comportamento reológico e na estabilidade física do produto e até mesmo, afetar a aceitabilidade deste pelo consumidor. A reologia tem sido assunto de grande e crescente importância para as indústrias cosmética e farmacêutica, tendo em vista que a consistência e o espalhamento dos produtos devem ser reproduzidos de lote para lote, assegurando a qualidade tecnológica do produto acabado. O objetivo desta pesquisa foi determinar o comportamento reológico de diferentes géis hidrofílicos: dois géis preparados com polímeros dos ácidos carboxivinílicos e um com polímero do ácido poliacrílico. Para este estudo utilizou-se o reômetro Cone & Placa. As formulações estudadas foram estocadas nas temperaturas 25 e 40 °C e amostras destas foram analisadas nos tempos 1 e 28 dias. Pode-se verificar que a temperatura elevada influenciou na estabilidade física de todos os géis e que o gel preparado com ácido poliacrílico apresentou a maior pseudoplasticidade enquanto os constituídos de ácidos carboxivinílicos apresentaram maior tixotropia.

Unitermos

- Geis hidrofílicos
- Polímeros
- Reologia

*Correspondência:

G. R. Leonardi
R. Floriano Peixoto, 1630 - apto 101
Bairro Alto
13400-520 Piracicaba, SP
Email: grleonar@unimep.br

INTRODUÇÃO

Os géis hidrofílicos têm sido muito usados em produtos cosméticos e como base dermatológica, pois apresentam fácil espalhamento, não são gordurosos e podem veicular princípios ativos hidrossolúveis e lipossomas. São mais indicados para pessoas que possuem pele oleosa e mista.

Geralmente, as substâncias formadoras de géis são polímeros que quando dispersos em meio aquoso assumem conformação doadora de viscosidade à preparação (Maia Campos *et al*, 1999). Logo, pode-se definir o gel como uma preparação semi-sólida composta de partículas coloidais que não se sedimentam (ficam dispersas).

Polímero é uma palavra derivada do grego onde *polys* significa muitos e *meros* significa partes. Portanto, os polímeros são basicamente substâncias de alto peso molecular, também chamadas de macromoléculas. Estas substâncias são provenientes do encadeamento de moléculas menores. Apesar do estudo científico das macromoléculas ter se iniciado há pouco tempo (cerca de 50 anos), seu desenvolvimento tem sido vertiginoso. Vários polímeros vêm sendo usados nas formulações de géis de aplicação cosmética e/ou farmacêutica (Martin, 1993).

De acordo com as características dos polímeros, os géis podem apresentar natureza iônica ou não-iônica. Os géis de natureza não-iônica possuem estabilidade em ampla faixa de pH, tornando-se possível a veiculação de

obtenção dos dados foram feitas de 4 em 4 segundos num total de 60 leituras).

Gradiente de cisalhamento: de 0 a 125 rpm (3,75 [1/s] a 750 [1/s]).

Os gráficos obtidos relacionam os valores de gradiente de cisalhamento (s/1) no eixo das abcissas, com os valores de tensão de cisalhamento (Pa) no eixo das ordenadas.

Foram obtidos os valores de viscosidade média, ín-

dice de fluxo, tixotropia, e “yield value”.

RESULTADOS

Os reogramas obtidos para as formulações estudadas encontram-se nas Figuras de 1 a 6.

Os valores de viscosidade aparente, índice de fluxo e tixotropia estão demonstrados nas Tabelas II e III.

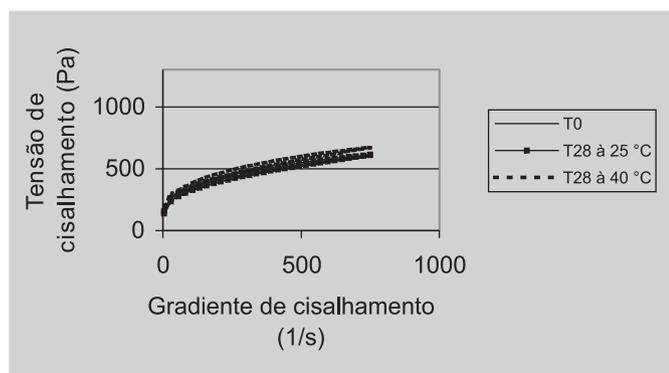


FIGURA 1 - Reogramas da formulação F1 (gel Carbopol 940® 0,5%) nos tempos 0 e 28 dias a 25 °C e 40 °C.

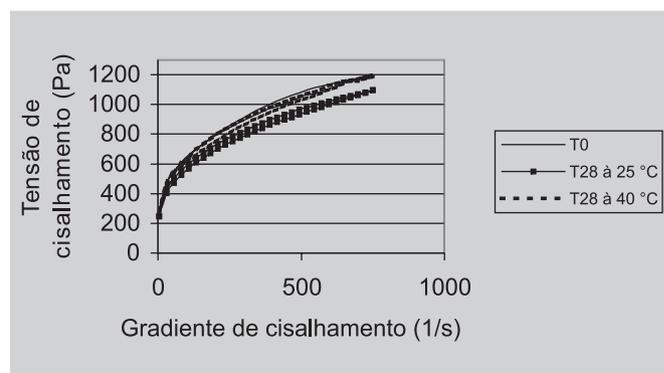


FIGURA 2 - Reogramas da formulação F2 (gel Carbopol 940® 1%) nos tempos 0 e 28 dias a 25 °C e 40 °C.

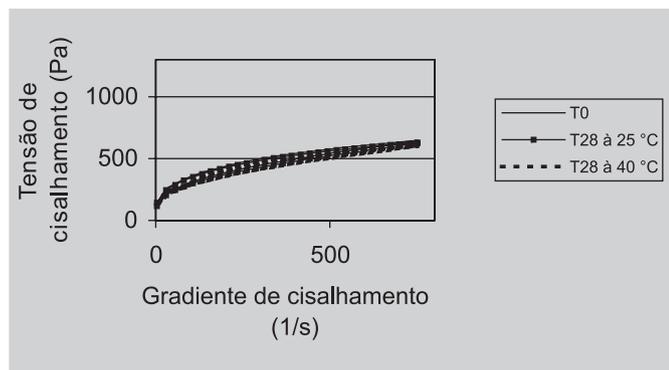


FIGURA 3 - Reogramas da formulação F3 (gel Carbopol Ultrez® 0,5%) nos tempos 0 e 28 dias a 25 °C e 40 °C.

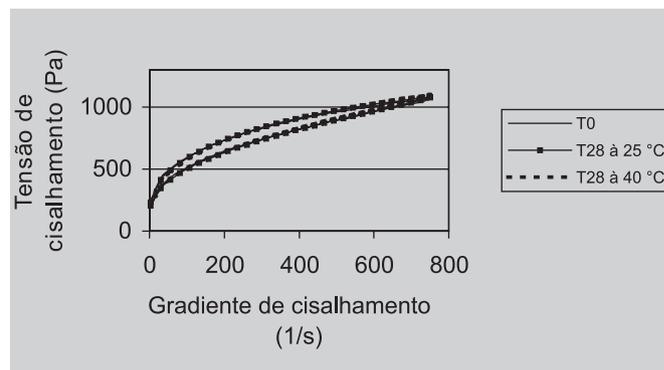


FIGURA 4 - Reogramas da formulação F4 (gel Carbopol Ultrez® 1%) nos tempos 0 e 28 dias a 25 °C e 40 °C.

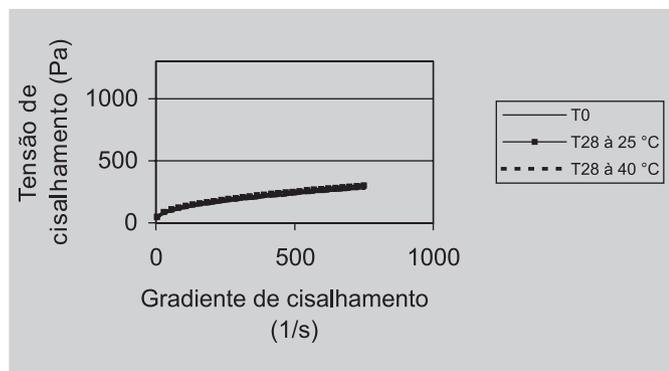


FIGURA 5 - Reogramas da formulação F5 (gel Pemulen® 0,5%) nos tempos 0 e 28 dias a 25 °C e 40 °C.

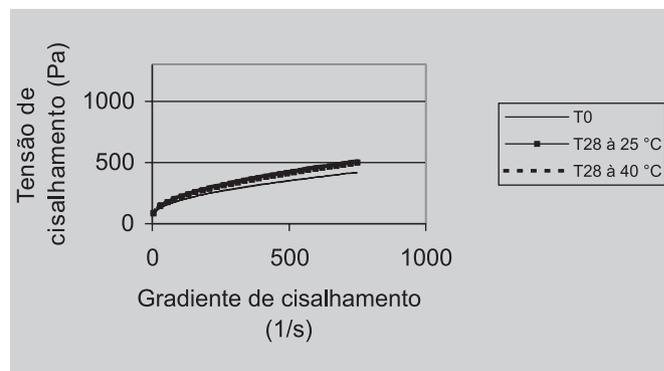


FIGURA 6 - Reogramas da formulação F6 (gel Pemulen® 1,0%) nos tempos 0 e 28 dias a 25 °C e 40 °C.

TABELA II - Valores referentes à viscosidade aparente, calculada no ponto de máximo gradiente de cisalhamento, índice de fluxo e tixotropia, para as formulações estudadas nos tempos 0 e 28 dias, na temperatura ambiente

Formulações	Viscosidade Aparente [Pa]		Índice de Fluxo		Tixotropia [Pa/s]	
	T0	T28	T0	T28	T0	T28
F1 Carbopol 940® 0,5%	0,406	0,817	0,36768	0,39185	13754,096	15537,394
F2 Carbopol 940® 1%	1,606	1,461	0,37415	0,41882	11705,722	20559,4
F3 Carbopol Ultrez® 0,5%	0,857	0,832	0,43506	0,46155	28105,911	30434,973
F4 Carbopol Ultrez® 1%	1,416	1,435	0,45374	0,48071	50710,028	55744,025
F5 Pemulen® 0,5%	0,406	0,401	0,46846	0,47042	357,324	920,905
F6 Pemulen® 1%	0,557	0,663	0,48366	0,49581	480,917	125,876

TABELA III - Valores referentes à viscosidade aparente, calculada no ponto de máximo gradiente de cisalhamento, ao índice de fluxo e a tixotropia, para as formulações estudadas nos tempos 0 e 28 dias, na temperatura de 40 °C

Formulações iep Página 4 (11/3/2005)	Viscosidade Aparente[Pa]		Índice de Fluxo		Tixotropia[Pa/s]	
	T0	T28	T0	T28	T0	T28
F1 Carbopol 940® 0,5%	0,406	0,893	0,36768	0,42236	13754,096	17252,564
F2 Carbopol 940® 1%	1,606	1,586	0,37415	0,48401	11705,722	444890,39
F3 CarbopolUltrez® 0,5%	0,857	0,802	0,43506	0,47546	28105,911	21853,074
F4 Carbopol Ultrez® 1%	1,416	1,459	0,45374	0,48401	50710,028	44890,329
F5 Pemulen® 0,5%	0,406	0,374	0,46846	0,47302	357,324	178,511
F6 Pemulen® 1%	0,557	0,681	0,48366	0,50208	480,17	718,981

DISCUSSÃO

Estudos sobre reologia de formulações farmacêuticas de uso tópico têm se tornado cada vez mais frequentes nas pesquisas realizadas pela comunidade científica, até mesmo porque hoje nota-se que a estabilidade física de uma formulação é fundamental para o controle de qualidade, aceitação pelo consumidor e eficácia da mesma.

Hoje, há vários polímeros que podem ser usados para fabricação de géis hidrofílicos, os quais vêm sendo largamente empregados nas indústrias cosmética e farmacêutica bem como nas prescrições magistrais.

Os carbômeros são constituídos de polímeros de ácido acrílico de alto peso molecular com ligação cruzada. Uma forma de desenvolver o completo potencial de viscosidade destes polímeros é pela adição de uma base orgânica ou inorgânica, como por exemplo trietanolamina ou hidróxido de sódio, à dispersão aquosa do polímero.

O Carbopol Ultrez® se dispersa facilmente na água enquanto que o Carbopol 940® necessita de um contato maior com o veículo para se dispersar. Já o Pemulen® possui na sua estrutura molecular uma porção lipofílica e outra hidrofílica, o que o permite que funcione também como emulsificante para emulsões óleo/água.

O objetivo desta pesquisa foi verificar a influência do polímero no comportamento reológico do gel, assim como avaliar a influência da temperatura sobre as formulações propostas.

Pela Tabela I pode-se verificar que o comportamento reológico das formulações foi influenciado pelo tipo de polímero, pela concentração usada e pela temperatura de armazenamento, em alguns casos. A influência do tempo de armazenamento foi praticamente desprezível. A única variação entre as formulações estudadas foram os polímeros, bem como a concentração destes.

Quanto ao polímero utilizado, observou-se que quando as formulações foram estocadas à temperatura ambiente, no tempo 24 horas, os géis preparados com o polímero Carbopol® (tanto o 940 quanto o Ultrez) apresentaram maior viscosidade aparente que as formulações preparadas com Pemulen®. O mesmo aconteceu quando as formulações foram estocadas a 40 °C ou seja a temperatura de armazenamento não influenciou a viscosidade aparente dos diferentes tipos de gel (Tabelas 2 e 3).

Verifica-se, também, que a estocagem das formulações (durante um período de 28 dias) não alterou muito os valores de viscosidade dos géis estudados, o que indica que o umectante presente na formulação foi eficaz na reten-

ção de água no produto. A manutenção da viscosidade frente ao armazenamento, principalmente na temperatura elevada (T 40 °C) indica boa estabilidade física de todos os géis no prazo estudado.

Observou-se, ainda, que ao dobrar a concentração do polímero a viscosidade aparente não aumentou de forma proporcional. O Carbopol Ultrez® foi o que teve o maior aumento de viscosidade aparente em relação ao aumento da concentração do polímero.

Pela análise do índice de fluxo e pelos reogramas obtidos pode-se verificar que todos os géis estudados apresentaram comportamento pseudoplástico.

Além da pseudoplastia acima referida, todos os géis apresentaram tixotropia. Pode-se observar ainda que o tipo de polímero, assim como a concentração deste na formulação, influenciou bastante a característica Tixotrópica do produto final, sendo o gel com Carbopol Ultrez® o que apresentou maior tixotropia e o gel de Pemulen® o que apresentou menor tixotropia.

O produto tixotrópico tende a ter maior vida de prateleira (“shelf-life”), pois durante o armazenamento, este apresenta viscosidade constante, o que dificulta a separação dos constituintes da formulação (Martin, 1993). Além dessa vantagem, a obtenção de formulações de uso tópico com caráter tixotrópico é bastante almejada, pois elas se deformam durante a aplicação, ou seja, tornando-se mais fluídas facilitando o espalhamento e recuperando a viscosidade inicial no momento que se encerra a aplicação, o que evita que o produto escorra. Por outro lado, é interessante a obtenção de um valor de tixotropia não muito elevado para que o produto não escorra sobre a pele após aplicação devido a uma recuperação muito lenta da sua estrutura e também de um valor não muito baixo, pois isso pode acarretar em baixa espalhabilidade do produto não permitindo uma distribuição uniforme sobre a pele (Gaspar, Maia Campos, 2003).

O trabalho realizado contribuiu para esclarecer fatos importantes na área da manipulação, pois o estudo do comportamento reológico das formulações permite compreender melhor a natureza físico-química do veículo e controlar a qualidade de matérias-primas e produtos acabados.

CONCLUSÃO

Conforme os resultados obtidos neste estudo, confirmou-se que o tipo de polímero utilizado, assim como sua concentração na fórmula e a temperatura de armazenamento da mesma, influencia no comportamento reológico do produto final.

ABSTRACT

Rheologic behavior of different hydrophilic gels

The nature of polymers used in gel formulation may interfere in the rheological behavior and physical stability of the product, affecting the customer's acceptance. The rheology has been a great and important subject for cosmetic and pharmaceutical industries, considering that the product consistence and spreading must be reproduced each lot, assuring the technological quality of the finished product. The purpose of this research was to settle the rheological behavior of different hydrophilic gels: two gels prepared with carbomers and one with acrylates crosspolymer. For this study a Cone and Plate rheometer was used. The studied formulations were stored at 25° and 40 °C and the samples were analyzed between 1 and 28 days. High temperature influenced the physical stability of all gels; the gel prepared with acrylates crosspolymer presented the greatest pseudoplastic while the ones composed with carbomers presented higher thixotropy.

UNITERMS: Hydrophilic gels. Polymers. Rheology.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- ALMEIDA, I. F.; BAHIA, M. F.. Reologia: interesse e aplicações na área cosmético-farmacêutica. *Cosmet. Toiletries*, v. 15, n. 3, p.96-100, maio/jun. 2003.
- ANSEL, H. C.; POPOVICH, N. G.; ALLEN JUNIOR., L. V.. *Farmacotécnica – Formas farmacêuticas & sistemas de liberação de fármacos*. São Paulo: Premier, 2000. p.288-291.
- GASPAR, L. R.; MAIA CAMPOS, P. M. B. G. Rheological behavior and the spf of sunscreens. *Int. J. Pharm.*, v.250, n.1 p. 35-44, ago. 2003.
- LEONARDI, G. R.; MAIA CAMPOS, P. M. B. G.. Estabilidade de formulações cosméticas. *Int. J. Pharm. Compounding*, v. 3, n. 4, p.154-156, 2001.
- MAIA CAMPOS, P. M. B. G.; BONTEMPO, E. M. B. G.; LEONARDI, G. R. *Formulário Dermocosmético*. São Paulo: Tecnopress Editora e Publicidade, 1999. v. 2, p.37-38.

MARTIN, A. *Physical Pharmacy*. 4. ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1993. p. 153-476.

LABA, D. *Rheological Properties of Cosmetics and Toiletries*. New York: Marcel Dekker, 1993. P.09-33.

SCHOTT, H. Reología. *In: Remington Pharmacia*. 19. ed. Pennsylvania: Mack Publishing Company, 1995. p. 426-455.

Recebido para publicação em 18 de maio de 2004.
Aceito para publicação em 08 de dezembro de 2004.