

# OBTENÇÃO DE HIDROGÉIS VISANDO SUBSTITUIÇÃO DO HUMOR VÍTREO

Igor Ocasaque de Freitas Balieiro Mirado<sup>1</sup>, Andreia de Araújo Morandim-Gianetti<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Centro Universitário da FEI - Campus São Bernardo do Campo

igor.ainur@gmail.com e preamorandim@fei.edu.br

**Resumo:** Foram obtidos hidrogéis de quitosana, PVA e carboximetilcelulose, utilizando-se como reticulantes glutaraldeído, ácido ferúlico + lacase e SMTP. Os resultados reológicos mostraram que os hidrogéis de quitosana e de PVA tiveram um comportamento Newtoniano e que, os hidrogéis de carboximetilcelulose se comportaram como pseudoplástico, sendo a matriz mais eficiente para a obtenção dos hidrogéis o PVA, que mostrou a presença de reticulações em todos os casos. Análises via FTIR confirmaram as análises reológicas.

## 1. Introdução

Atualmente muitas pesquisas têm sido realizadas na busca de novos substitutos do humor vítreo que possibilitem a redução dos efeitos colaterais causados pelos componentes utilizados atualmente, como óleo de silicone e alguns gases. Neste sentido, os hidrogéis tem se mostrado promissores como substitutos vítreos, visto que alterando as quantidades da matriz polimérica e do agente reticulante, torna-se possível a obtenção de um material compatível com as características desejadas.

Assim, durante o desenvolvimento do presente trabalho, que visou o estudo de obtenção de hidrogéis utilizando diferentes matrizes e agentes reticulantes, verificou-se a possibilidade de obtenção de hidrogéis utilizando-se matrizes com baixa citotoxicidade, como o PVA, a carboximetilcelulose (CMC) e a quitosana bem como agentes reticulantes que possibilitem a utilização de rotas mais sustentáveis, como a utilização de enzimas ou do trimetafosfato de trissódio (SMTP) aumentando, assim, há a possibilidade de se obter materiais biocompatíveis e com baixa probabilidade de problemas futuros [1-4].

## 2. Metodologia

Foi realizado um estudo referente a aplicação de diferentes matrizes e agentes reticulantes possíveis de serem aplicados na obtenção de hidrogéis, visando a substituição do humor vítreo. Assim, primeiramente foram feitos testes para determinar a solubilidade de cada matriz. Com a obtenção do hidrogel puro, foram adicionados os agentes reticulantes. O glutaraldeído e o SMTP foram adicionados com agitação constante para ajudar na reticulação, porém no caso do SMTP, foi necessário também aquecimento para ajudar na reticulação. Já, para o ácido ferúlico na presença da lacase, foi necessária a realização de uma incubação, em Shaker, a 40°C por 5 horas para a reticulação (Tabela 1).

Todos os hidrogéis obtidos foram caracterizados por análises reológicas no viscosímetro Brookfield a 37°C utilizando uma rampa de velocidade de 10 rpm a cada 10 segundos. Foram determinados o índice de consistência (K), índice da lei das potências (n) e

avaliadas as variações nos valores da viscosidade. Análises via FTIR confirmaram os resultados obtidos.

Tabela 1 - Composição dos hidrogéis obtidos

Amostra	Quantidades (100 mL de H <sub>2</sub> O)
Quitosana	1,25 g de quitosana
Quitosana + Glutaraldeído	1,25 g de quitosana + 0,75 de glutaraldeído
Quitosana + ácido ferúlico+ Lacase	1,25 g de quitosana + 836 µg/ml de lacase +1,95 mg de ácido ferúlico
Quitosana + SMTP	1,25 g de quitosana + 0,147 g de SMTP por g de quitosana
PVA 1	4 g de PVA
PVA 1 + Glutaraldeído	4 g de PVA + 3,13 ml de glutaraldeído
PVA 2	12 g de PVA
PVA + ácido ferúlico+ Lacase	12 g de PVA + 836 µg/ml de lacase +1,95 mg de ácido ferúlico
PVA 3	5 g de PVA
PVA + SMTP	5 g de PVA + 0,147 g por g de PVA
Carboximetilcelulose	2 g de carboximetilcelulose
Carboximetilcelulose + Glutaraldeído	2 g de carboximetilcelulose + 1,25 % de glutaraldeído
Carboximetilcelulose + ácido ferúlico+ Lacase	2 g de carboximetilcelulose + 836 µg/ml de lacase +1,95 mg de ácido ferúlico
Carboximetilcelulose + SMTP	2 g de carboximetilcelulose + 0,147 g por g de PVA

## 3. Resultados

Os dados reológicos dos hidrogéis obtidos mostram que a melhor matriz a ser utilizada foi a de PVA sendo, neste caso, obtido o aumento da viscosidade devido, possivelmente, a reticulação durante a utilização dos três agentes reticulantes (Figura 1).

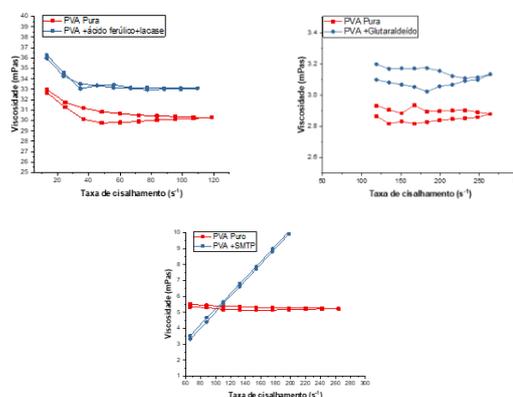


Figura 1 – Comparação da viscosidade dos hidrogéis de PVA obtidos com e sem reticulantes.

Verifica-se também que, no caso da utilização da CMC, ocorreu uma redução da viscosidade, o que pode ser justificada, possivelmente, pela ruptura da cadeia polimérica ou pela modificação dos grupos acetato das extremidades (Figura 2). Com relação a quitosana, somente o glutaraldeído e o ácido ferúlico na presença de lacase se mostraram favoráveis no processo de reticulação, sendo que, o SMTP não se mostrou solúvel na presença de quitosana e, dessa forma, foi descartada a hipótese de utilização do mesmo (Figura 3).

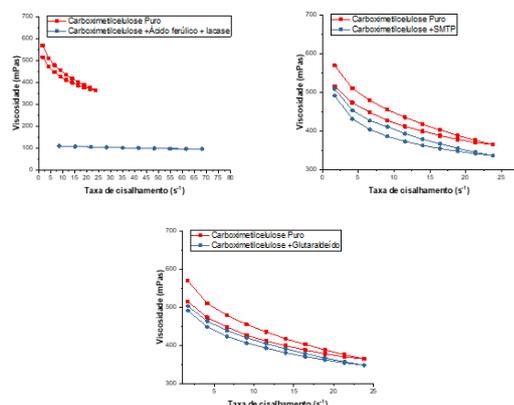


Figura 2 – Comparação da viscosidade dos hidrogéis de carboximetilcelulose obtidos com e sem reticulantes.

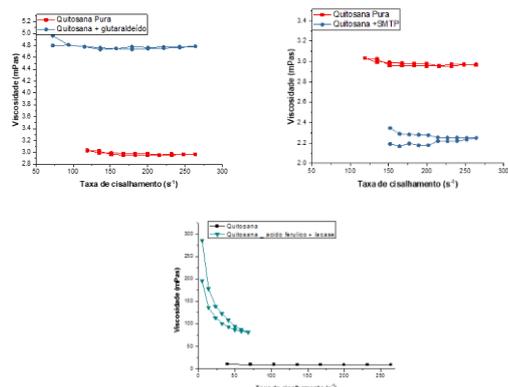


Figura 3 – Comparação da viscosidade dos hidrogéis de quitosana obtidos com e sem reticulantes.

Através da análise dos espectros infravermelho obtidos, foi possível confirmar os resultados da análise reológica, sendo que, o glutaraldeído e o ácido ferúlico na presença da lacase possibilitaram a redução da banda da ligação OH em todos os casos. Já, a utilização do SMTP, mostrou melhores resultados para o PVA e para a CMC, o que reforça mais ainda a possibilidade de ter ocorrido quebra na estrutura polimérica da CMC após a adição do agente reticulante, hipótese que justifica a redução da viscosidade.

Também foi possível verificar que os hidrogéis de quitosana e de PVA tiveram um comportamento Newtoniano e que os hidrogéis de CMC se comportaram como pseudoplástico, o que corrobora com as outras análises em que foi evidenciado um comportamento diferente para os hidrogéis de CMC (Tabela 2) sendo, dessa forma, a matriz mais eficiente

para a obtenção dos hidrogéis o PVA, que mostrou a presença de reticulações em todos os casos.

Tabela 2 – Parâmetros reológicos obtidos para os hidrogéis analisados

Amostra	Parâmetros		
	n	K (Pas <sup>n</sup> )	R <sup>2</sup>
Quitosana	0,976	0,034	1,000
Quitosana + Glutaraldeído	0,981	0,005	0,999
Quitosana + ácido ferúlico+ Lacase	0,933	0,127	0,999
Quitosana + SMTP	0,936	0,032	1,000
PVA 1	0,986	0,031	1,000
PVA 1 + Glutaraldeído	0,968	0,037	1,000
PVA 2	0,963	0,359	1,000
PVA + ácido ferúlico+ Lacase	0,965	0,386	1,000
PVA 3	0,963	0,064	1,000
PVA + SMTP	0,965	0,062	1,000
Carboximetilcelulose	0,865	5,679	1,000
Carboximetilcelulose + Glutaraldeído	0,868	5,379	1,000
Carboximetilcelulose + ácido ferúlico+ Lacase	0,932	1,298	1,000
Carboximetilcelulose + SMTP	0,857	5,303	1,000

#### 4. Conclusões

Através da análise dos resultados obtidos, foi possível verificar que a melhor matriz a ser utilizada para a produção dos hidrogéis foi o PVA, que se mostrou versátil, possibilitando a reticulação, utilizando-se diferentes reticulantes. Salienta-se que, em todos os casos, foram utilizadas condições que possibilitassem a obtenção de um material com características do humor vítreo e, com a presença de reticulações visando o aumento da estabilidade do material ao ser utilizado.

#### 5. Referências

- [1] J. Chang et al. *Polymer* **55** (2014) 4627-4633.
- [2] T. T. Kleinberg et al. *Survey of Ophthalmology* **56** (2011) 300-323.
- [3] A. A. Morandim-Giannetti et al. *Journal of Biomedical Materials Research B: Applied Biomaterials* **104B** (2016) 1386-1395.
- [4] A. A. Morandim-Giannetti et al. *Journal of Biomedical Materials Research B: Applied Biomaterials* (2017) *In Press*.

#### Agradecimentos

À instituição Centro Universitário da FEI pelo empréstimo de equipamentos e ao CNPq pela concessão da bolsa. À Prof Dra A.A. Morandim-Gianetti pela valiosa orientação e apoio e aos técnicos do CLQ pelo auxílio e disposição.

<sup>1</sup> Aluno de IC do Centro Universitário FEI (CNPq). Projeto com vigência de 08/16 a 07/17.