

INFLUÊNCIA DA FORMULAÇÃO DOS DENTIFRÍCIOS NO COMPORTAMENTO REOLÓGICO

Marcelo Vaqueiro de Souza e Silva – mvaqueiro@bol.com.br

Universidade Federal Fluminense, Departamento de Engenharia Mecânica

Rua Passos da Pátria, nº 156 – São Domingos – Niterói – RJ – Brasil – CEP:24210-240

Telefone: (0xx21) 620-7070 – Ramal: 303

Roberto Guimarães Pereira – temrobe@vm.uff.br

Universidade Federal Fluminense, Departamento de Engenharia Mecânica

Rua Passos da Pátria, nº 156 – São Domingos – Niterói – RJ – Brasil – CEP:24210-240

Telefone: (0xx21) 620-7070 – Ramal: 359

Resumo. Investigou-se no presente trabalho o comportamento reológico de um creme dental e de um gel dental. A composição básica destes dois tipos de dentifrícios consta de: abrasivos, umectantes, agentes de ligação, sulfatantes, espessantes, tensioativos, adoçantes, conservantes, corantes, condimentos e ingredientes ativos especiais. As propriedades reológicas dos dentifrícios foram obtidas utilizando-se um reômetro rotativo HAAKE RS-50, tendo sido realizado testes de taxa de cisalhamento controlada, de rampa de tensão e rampa de frequência. Este tipo de análise permite o desenvolvimento de novas formulações, além de possibilitar a avaliação de produtos já existentes no mercado.

Palavras – chave: Reologia, Dentifrícios e Formulações.

1. INTRODUÇÃO

Estudos reológicos são importantes na manufatura e aplicações de materiais plásticos, materiais lubrificantes, tintas, adesivos, comida, materiais farmacêuticos e cosméticos.

Em todas as áreas da odontologia e da tecnologia dental um progresso contínuo tem sido realizado, devido ao desenvolvimento de novos materiais, como por exemplo, as pastas de dentes usadas na ortodontia. (West et al., 1998, Heymann et al., 1998).

Medições reológicas são um rápido e seguro método para a investigação das pastas de dentes com respeito a sua estabilidade, seu processamento e quanto as previsões de seu comportamento final. (Dekker, 1993^a, Hondrum, 1999).

Diversos tipos de viscosímetros são usados para a determinação das propriedades viscoelásticas das pastas de dentes. Através de testes adequados pode-se avaliar as propriedades reológicas dos materiais, contribuindo para o desenvolvimento de produtos mais adequados para o uso. (Needleman et al., 1998).

2. EQUIPAMENTO

Neste trabalho utilizou-se, para executar os testes reológicos, o reômetro rotativo RheoStress 50 da HAAKE, juntamente com o banho termostático K 20 DC 5.

Para a realização dos testes foram utilizados os sistemas cone/placa de 35/1 ° e 35/4 °, cujas as especificações encontram-se na “Tabela 01”.

Tabela 01. Especificações dos Sistemas Cone/Placa Utilizados

CONE/PLACA 35/1 °	CONE/PLACA 35/4 °
Diâmetro (A): 34,998 mm	Diâmetro (A): 35,003 mm
Ângulo (B): 0,987 °	Ângulo (B): 3,987 °
Truncamento (C): 0,050 mm	Truncamento (C): 0,142 mm

3. FORMULAÇÕES DAS PASTAS DE DENTES

Os componentes principais das pastas de dentes são: abrasivos, umectantes, agentes de ligação, surfatantes, adoçantes, conservantes, tensioativos, espessantes, colorantes, condimentos e ingredientes ativos especiais. (Kutschmann, E.M. e Petri, H.M., 1999).

Como abrasivos são usados freqüentemente hidróxidos, carbonetos, fosfatos ou silicatos para suporte do efeito mecânico de limpeza da escova de dente. (Dekker, M., 1993^b).

Umectantes como glicerina, sorbitol, linhita ou polietilenoglicol previnem o ressecamento da pasta de dente; ao mesmo tempo eles aumentam a estabilidade para baixa temperatura e tem um efeito de textura construtiva.

Agentes de ligação e espessantes dão a pasta de dente a textura desejada e previnem uma fase de separação entre o fluido e o sólido. Como agentes de ligação, principalmente hidrocolóides são usados como Alginato, Carragenam, Metilcelulose ou Xantana. Um agente espessante freqüentemente usado é o dióxido de silício de alta dispersão ou bentonita.

Surfatantes decrescem a tensão superficial melhorando a distribuição da pasta de dente na boca. No cuidado dental apenas ânions de surfatantes não tóxicos, sem sabor, são adequados como sulfato de sódio lauryl, ou sulfonato monoglicerídio alifático de coco.

Adoçantes assim como saborizantes servem como corretivos de sabor.

Preservativos são necessários como proteção para decomposição microbiana.

Tensioativos estão relacionados com a quantidade de espuma a ser produzida durante a escovação.

Corantes e pigmentos são finalmente usados para a coloração de pastas de dentes com listras. Ao lado disso, pode haver ingredientes ativos como proteção contra cáries, ou para o cuidado de gengivas e dentes sensíveis.

A produção da pasta de dente pode ser feita num misturador a vácuo *batch-wise* ou em um processo de produção contínua, evitando a presença de bolhas no produto final e a produção de espuma.

Neste trabalho foram estudados dois tipos de pasta de dente: o creme dental e o gel dental. Na “Tabela 02”, encontram-se as formulações das pastas de dentes estudadas, que referem-se à produtos comerciais.

Tabela 02. Formulações das Pastas de Dentes

CREME DENTAL	GEL DENTAL
Fluoreto de Sódio	Fluoreto de Sódio
Pirofosfato de Sódio	Polietilenoglicol
Sorbitol	Sorbitol
Glicerina	Corante Azul (CI 42090)
Sacarina Sódica	Sacarina Sódica
Goma Espessante	Carboximetilcelulose
Sal Sódico de Gantrez	Água
Dióxido de Silício	Dióxido de Silício
Lauril Sulfato de Sódio	Lauril Sulfato de Sódio
Composição Aromática	Composição Aromática
Água	-----

4. EXPERIMENTO

No presente trabalho foram realizados, no creme dental e no gel dental, testes de taxa de cisalhamento controlada, de rampa de tensão e rampa de frequência objetivando-se determinar para cada tipo de dentifrício: a viscosidade (η); a viscosidade a taxa de cisalhamento nula (η_0); o módulo elástico (G'), o módulo viscoso (G'') e o fator de perda ($\tan \delta$), conforme detalhado a seguir:

4.1 Viscosidade

As viscosidades dos materiais são obtidas através de testes de cisalhamento.

A viscosidade a taxa de cisalhamento nula, é normalmente chamada de viscosidade Newtoniana e pode ser descrita como o valor do platô no gráfico de log da viscosidade vs. log da taxa de cisalhamento. Para mostrar o platô valores de taxa de cisalhamento muito baixos são requeridos.

Para obter-se um resultado desejado, testes de curva de escoamento de tensão controlada (CS) tem que ser realizados com tempos de medidas muitos longos para alcançar as baixas taxas de cisalhamento requeridas. Para conciliar tempo de medida e cisalhamento baixo o teste completo pode ser dividido em pelo menos dois segmentos. O primeiro deverá cobrir as taxas de cisalhamento muito baixas, e o segundo as taxas de cisalhamento mais altas. Com esses dois segmentos, a curva completa será obtida (HAAKE, 1999).

Este teste além de fornecer a viscosidade a taxa de cisalhamento nula, também permite obter o modelo constitutivo da função viscosidade. No presente trabalho utilizou-se o modelo de Carreau “Eq. 1”(Carreau, P.J. e Bird, R.B., 1968):

$$\frac{\eta - \eta_0}{\eta_0 - \eta_\infty} = \left[1 + \left(\frac{\dot{\gamma}}{\dot{\gamma}_c} \right)^2 \right]^{\frac{n-1}{2}} \quad (1)$$

Sendo: η a função viscosidade; η_0 a viscosidade a taxa de cisalhamento nula; η_∞ a viscosidade em altas taxas de cisalhamento; $\dot{\gamma}$ a taxa de cisalhamento aplicada; $\dot{\gamma}_c$ um parâmetro característico e n o expoente power law.

4.2 Rampa de Tensão

Este teste é um teste de oscilação onde a amostra é submetida à uma variação de amplitude de tensão sob uma frequência determinada.

Grandezas importantes são obtidas através dos testes de oscilação. Entre elas pode-se destacar o módulo complexo (G^*) que representa a resistência total de substância contra uma deformação “Eq. 2” (Macosko, 1994), sendo dado por:

$$G^* = \frac{\tau_0}{\gamma_0} \quad (2)$$

Sendo τ_0 e γ_0 respectivamente as amplitudes de tensão e de deformação.

Outra forma na qual o módulo complexo pode ser representado é dado em função do módulo elástico ou de armazenamento (G') e o módulo viscoso ou de perda (G''):

$$G^* = G' + iG'' \quad (3)$$

Na “Equação 3”, G' indica a energia que é temporariamente armazenada durante o teste, podendo ser recuperada posteriormente, e G'' indica a energia que é necessária para que o fluido escoe e que é transformada em calor. Pode-se então definir um fluido como sendo puramente viscoso ($G' = 0$ e $G'' = G^*$), elástico ($G' = G^*$ e $G'' = 0$) ou viscoelástico ($G' \neq 0$ e $G'' \neq 0$).

A razão entre o módulo viscoso e o módulo elástico é denominada fator de perda:

$$\tan \delta = \frac{G''}{G'} \quad (4)$$

Na “Equação 4” δ é o ângulo de fase. Sendo para um fluido puramente viscoso $\delta = 90^\circ$, para um fluido elástico $\delta = 0^\circ$ e para um fluido viscoelástico ($0^\circ < \delta < 90^\circ$).

Com este teste pode-se concluir o quanto o material é mais elástico que o outro, ou seja, quanto mais rápido ele recupera sua forma após extrudado. Além de mostrar qual material tem estrutura de rede mais fraca, determina-se também o patamar de viscoelasticidade linear não sofre degradação em certas amplitudes de tensão.

4.3 Rampa de Frequência

Este também é um teste de oscilação, sendo que, aqui a amostra é submetida à uma variação de frequência sob uma tensão de amplitude suficientemente pequena para que a rede não seja destruída irreversivelmente. Esta tensão de amplitude requerida é obtida do teste de rampa de tensão.

Este teste fornece os módulos elástico e viscoso da amostra e como eles se comportam com a variação de frequência. Normalmente, para pastas de dentes, a faixa de frequência usada é de 0,464 Hz à 25,1 Hz.

Este teste além de fornecer o comportamento das partes viscosas e elásticas da amostra dependendo da frequência, também permite avaliar se a amostra pode ser utilizada para tubos verticais ou não.

5. RESULTADOS

Na “Figura 1” determinou-se, para uma temperatura de 25 °C, a viscosidade do gel dental e do creme dental. Observou-se que a viscosidade a taxa de cisalhamento nula do gel dental ($\eta_0 = 3,975 \times 10^4$ Pa.s) é menor do que a do creme dental ($\eta_0 = 8,047 \times 10^4$ Pa.s). Isto significa que a consistência do creme dental é maior do que a do gel dental. Também constatou-se que para valores de taxa de cisalhamento acima de 10 s^{-1} a viscosidade do gel dental é superior a do creme dental. Além disso, também verificou-se, com base no modelo de Carreau, que o expoente power law do gel dental ($n = 0,314$) é menor do que o do creme dental ($n = 0,425$), o que indica um comportamento não newtoniano mais pronunciado no caso do gel dental.

A “Figura 2” mostra o teste de rampa de tensão. Observou-se, no regime de viscoelasticidade linear (patamar no qual G' é constante), que o valor do módulo elástico para o gel dental ($G' = 2 \times 10^3$ Pa) é maior do que o do creme dental ($G' = 1,2 \times 10^3$ Pa), o que evidencia que o gel dental recuperará sua forma após extrudado mais rapidamente que o creme dental. Além disso, o gel dental possui fator de perda maior do que o do creme dental para toda faixa de amplitude, o que indica ser de melhor adequação para dentes sensíveis. Na medida que sendo a parcela viscosa do gel dental maior do que a do creme dental a distribuição do gel dental nos dentes será facilitada durante a escovação. Também, observa-se que a faixa de viscoelástica linear do gel dental é mais extensa do que o do creme dental, o que sugere uma rede mais forte do gel dental do que a do creme dental, ou seja, para que a estrutura do gel dental seja destruída irreversivelmente será necessário um valor de tensão maior do que no caso do creme dental.

Na “Figura 3” mostra-se o teste de rampa de frequência. Através dele observa-se que para o creme dental em toda a faixa de frequência investigada, o valor de G' é superior ao de G'' . Já para o gel dental observa-se um cruzamento entre as partes elásticas e viscosas em baixas frequências, sendo nesta situação G'' maior do que G' , o que representa a adequabilidade deste gel dental para aplicação em tubos verticais, na medida que sendo a componente viscosa maior do que a elástica o gel escoará pelo tubo vertical devido a influência da gravidade.

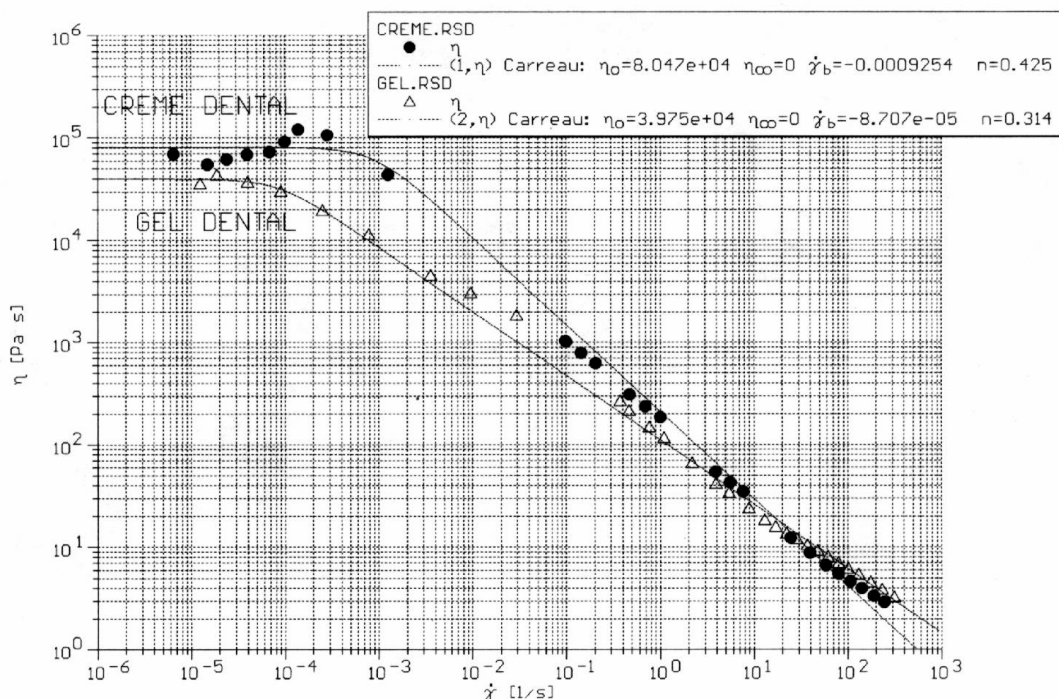


Figura 1. Determinação da Viscosidade Zero do Creme Dental e do Gel Dental à 25 °C.

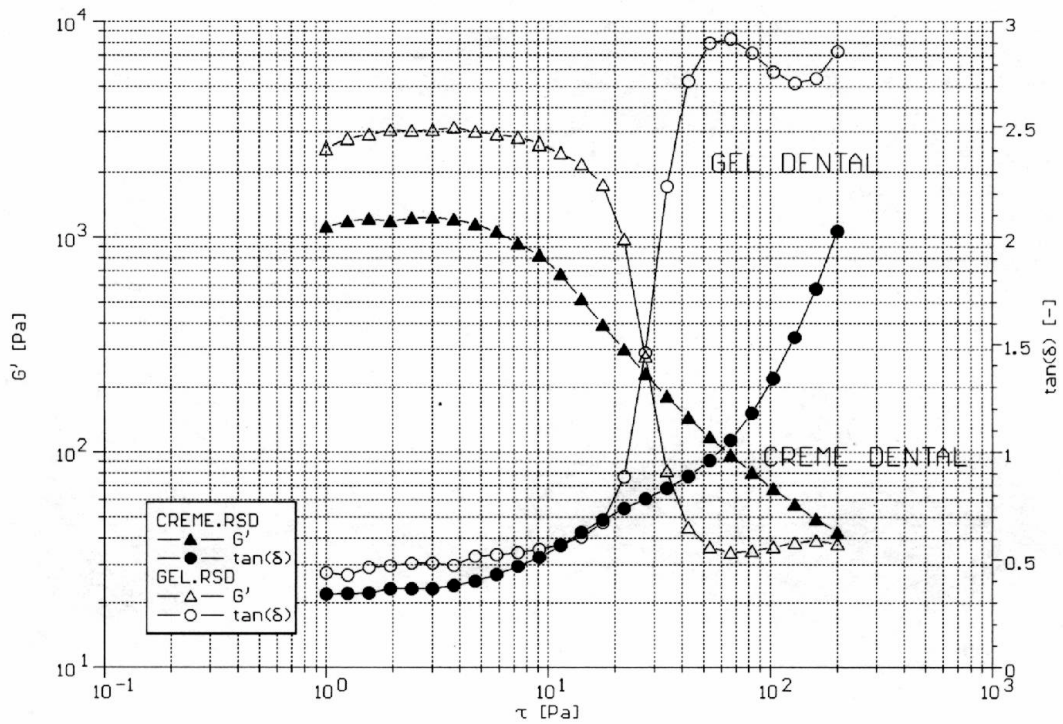


Figura 2. Teste de Rampa de Tensão do Creme Dental e do Gel Dental à 25 °C.

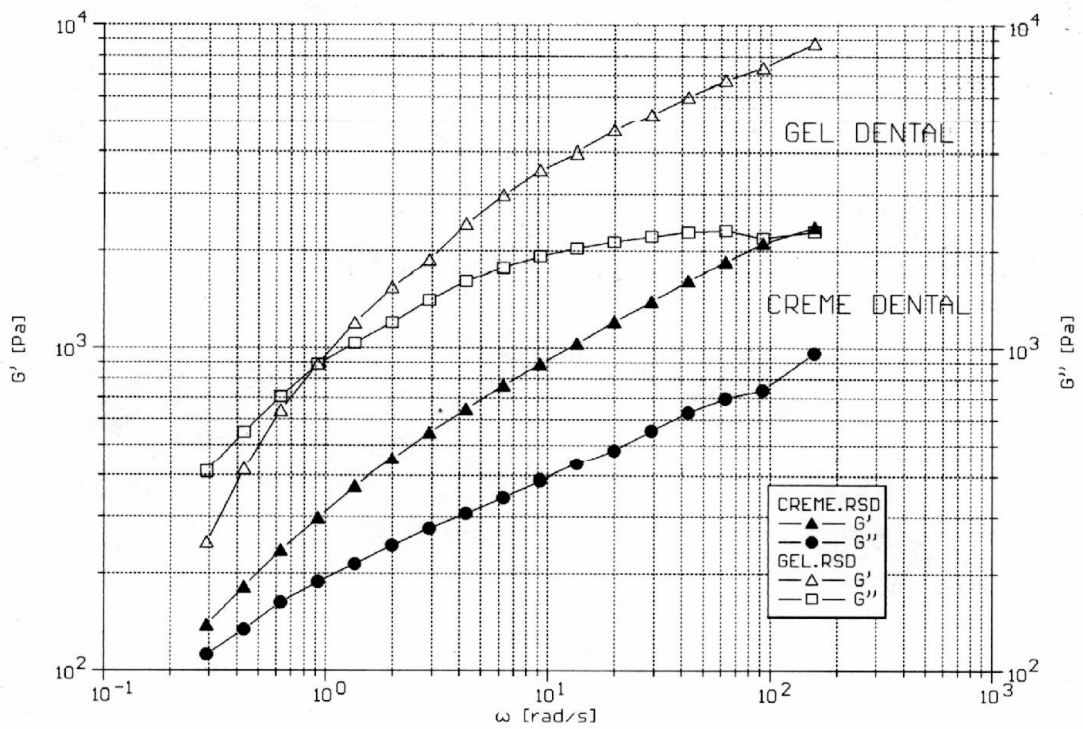


Figura 3. Teste de Rampa de Frequência do Creme Dental e do Gel Dental à 25 °C.

6. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos para as duas formulações comerciais de dentifrícios evidenciaram que o gel dental apresenta uma recuperação mais rápida da viscosidade do que a do creme dental, evitando o escoamento do produto pelas cerdas da escova de dente após a extrusão do tubo. Além disso, o gel dental é mais adequado para utilização em dentes sensíveis do que o creme dental e também mais adequado para o uso em tubos verticais.

Este tipo de análise permite o desenvolvimento de novas formulações com maior rapidez. Além de possibilitar a avaliação dos produtos já existentes no mercado, como por exemplo a mistura do gel dental e do creme dental em um só produto.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pelo suporte financeiro recebido.

REFERÊNCIAS

- Carreau, P.J. e Bird, R.B., 1968, Chemical Engineer Science., Volume 23, página 427.
- Dekker, M., 1993^a, “Oral Hygiene Products and Practice”, Edited by Dennis Laba.
- Dekker, M., 1993^b, “Rheological Properties of Cosmetics and Toiletries”, Edited by Dennis Laba, Volume 13.
- HAAKE, 1999 “Determination of the Zero Viscosity using RheoStress”, HAAKE - Applicationreport V94-63E.
- Heymann, H.O., Swift, E.J. Jr., Bayne, S.C., May, K.N. Jr., Wilder, ^aD. Jr., Mann, G.B., Peterson, C.A., 1998, “Clinical Evaluation of Two Carbimide Peroxide Totyph-Whitening Agents”, Compend. Contin, Educ. Dent., 19:4, 359-362.
- Hondrum, S.O., 1999, “Storage Stability of Dental Luting Agents” , J. Prosthet Dent., 81:4, 464-468.
- Kutschmann, F.M. e Petri, H.M., 1999, “Rheological Characterization os Tooth Paste”, HAAKE - Aplplicationreport V97-142E.
- Needleman, I.G., Martin, G.P., Smales, F.C., 1998, “Characterisation of Bioadhesives for Periodontal and Oral Mucosal Drug Delivery”, J. Clin. Periodontal, 25:1, 74-82.
- West, N., Addy, M., Hughes, J., 1998, “Dentine Hypersensitivity: The Effects of Brushing Desensitizing Toothpastes, Their Solid and Liquid Phases, and Detergents on Dentine and Acrylic: Studies in Vitro”, J. Oral Rehabil, 25:12,885-895.

INFLUENCE OF DENTRIFICIE FORMULATIONS ON THE RHEOLOGICAL BEHAVIOUR

Abstract. In the present work it was investigated the rheological behaviour of a dental cream and a dental gel. The basic components of these two types of dentrificies are: abrasives, moisturiser agents, binding agents, surfactants, thickeners, sparkling, sweeteners, preservatives, artificial colouring, flavours and special active ingredients. The rheological proprieties of dentrifices has been obtained using a rotational rheometer HAAKE RS-50, being realised tests of controlled shear rate, stress sweep and frequency sweep. This kind of analysis allows the development of new formulations and allows the evaluation of products which already exists in the market.

Key-words: Rheology, Dentrificies and Formulations.