

# Determinação Automática de Parâmetros Fotoelásticos - Análise de Parafuso Pilar

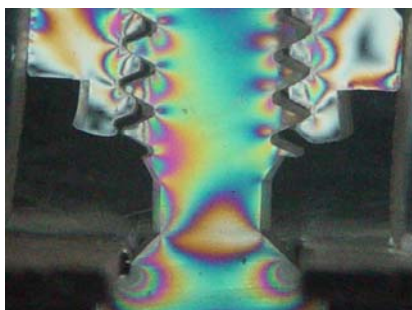
Cleudmar Amaral de Araújo, FEMEC - UFU, [cleudmar@mecanica.ufu.br](mailto:cleudmar@mecanica.ufu.br)

Flávio Domingues das Neves, FOUFU - UFU, [neves@triang.com.br](mailto:neves@triang.com.br)

Gualter Aurélio Alves de Souza, FEMEC - UFU, [gualtersouza@yahoo.com](mailto:gualtersouza@yahoo.com)

## Introdução

O parafuso pilar é um importante elemento constituinte de implantes dentários convencionais. Ele é utilizado para fixar o pilar ou intermediário ao implante. Em implantes dentários convencionais, o nível de torque aplicado é da ordem de 20 Ncm, porém sabe-se que o parafuso pilar resiste a maiores níveis de torque, e que uma maior pré-carga aplicada poderia melhorar sua fixação. Muitos problemas relacionados às fraturas e desapertos do parafuso são relacionados na literatura. A melhoria das condições de osseointegração e do projeto dos implantes dentários poderia proporcionar a aplicação de maiores torques aos parafusos pilar, minimizando os problemas de desaperto. Para isso, é importante o conhecimento do comportamento físico destes elementos quanto ao campo de tensão e deformação, para um nível de torque e pré-carga aplicados. Neste trabalho, o gradiente de tensões no parafuso de pilar foi avaliado utilizando a técnica da fotoelasticidade de transmissão plana em um modelo fotoelástico de um implante dentário convencional da empresa Conexão Sistemas de Prótese Ltda. Na Figura 1 é exibida uma imagem fotoelástica do parafuso e pilar utilizados.

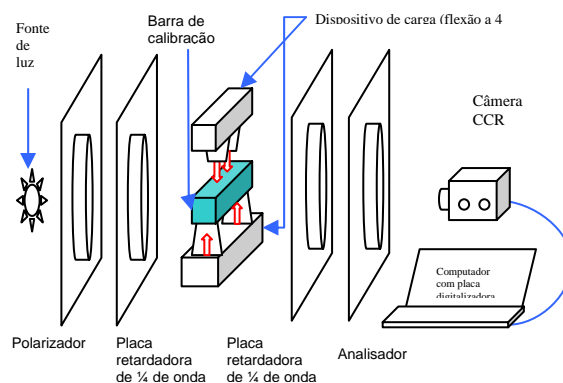


**Figura 1: Imagem fotoelástica (luz elíptica) dos modelos do parafuso e pilar acoplados.**

## Modelo Fotoelástico

Um programa computacional, denominado Fringes, foi desenvolvido em ambiente

Matlab para a obtenção automática dos parâmetros fotoelásticos a partir de imagens dos modelos. Foi utilizada uma barra prismática fotoelástica submetida a um esforço de flexão a quatro pontos, instalada em um polariscópio de transmissão, ajustado para luz polarizada elíptica. As ordens de franja foram obtidas a partir de uma tabela de calibração gerada após a aquisição da imagem e cálculo dos valores dos padrões RGB. Na Figura 2 é mostrado o dispositivo utilizado para tal fim e a tabela 1 mostra uma tabela de calibração obtida da análise.



**Figura 2: Arranjo do polariscópio, ajustado conforme Yoneyama e Takashi (1998), com dispositivo de carga e equipamento para aquisição de imagem e computador acoplado.**

**Tabela 1- Valores da tabela de calibração de N (ordem de franja) – a parte central da tabela foi suprimida por simplificação.**

R	G	B	N
0.1608	0.1843	0.2471	0.0000
0.1961	0.2235	0.2627	0.0462
0.2745	0.3059	0.3176	0.0923
....	....	....	....
0.5176	0.3882	0.5137	2.9077
0.4824	0.3765	0.5098	2.9538
0.4627	0.3765	0.5098	3.0000

Após a montagem da tabela de calibração, um disco fotoelástico foi usado como modelo para a validação dos cálculos das ordens de franja e direção das tensões principais. Foram tomados os 25 pontos indicados na Fig. 3, sendo que estes distam entre si de 4mm em ambas as direções.

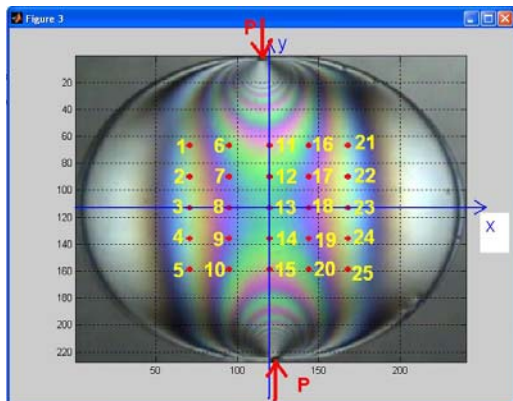


Figura 3 – Disco fotoelástico – 25 pontos de análise assinalados.

Na Figura 4, é exibido o resultado gráfico comparativo entre os valores de franja calculados e os obtidos por leitura manual e o método analítico para o disco fotoelástico.

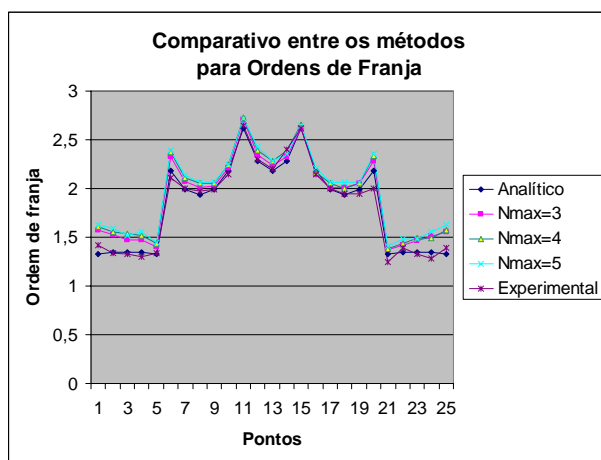


Figura 4: Perfil das ordens de franja em um modelo de disco fotoelástico – comparativo entre o programa Fringes, o método analítico e leituras manuais.

Os valores das direções das tensões principais foram obtidos através da solução de uma equação não linear (YONEYAMA & TAKASHI, 1998). Por haverem ocorrido pequenas imprecisões da montagem experimental e presença de ruído nas imagens dos modelos fotoelásticos, foi utilizado um disco sob compressão axial para calibrar os valores RGB das imagens adquiridas, o que melhorou a precisão dos valores das direções das tensões principais

obtidas no programa Fringes. Na Figura 5 é mostrado o perfil da distribuição dos ângulos das direções principais, comparativamente aos métodos analítico e experimental.

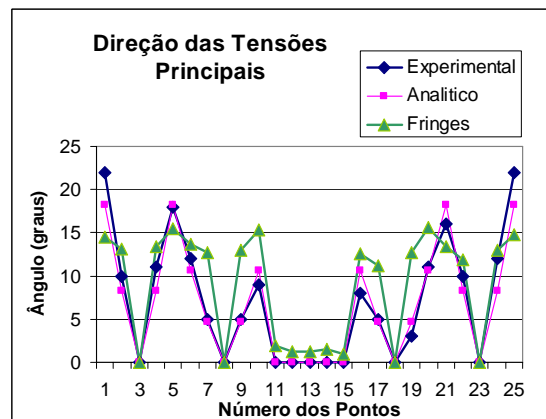


Figura 5: Perfil das direções das tensões principais no disco fotoelástico – comparativo entre o programa Fringes, o método analítico e leituras experimentais.

### Resultados Finais

Na análise do parafuso do pilar, com o uso do programa Fringes, observou-se um gradiente de tensões variável ao longo dos filetes do parafuso de pilar. Para o torque padrão de 20 Ncm, a pré-carga estimada foi de 111 N. Valores de torque na ordem de 40 a 50 Ncm poderiam ser aplicados no parafuso de pilar, se o nível de osseointegração aliado ao projeto do implante dentário suportar tais níveis de torque. O programa computacional “Fringes” desenvolvido, mostrou-se eficiente na determinação dos parâmetros óticos em modelos solicitados até a 4ª ordem de franja.

**Palavras-chave:** Fotoelasticidade de transmissão plana, tensão, deformação, parafuso pilar, implante dentário, parâmetros fotoelásticos.

**Bibliografia:** YONEYAMA, S.; TAKASHI, M., 1998, A new method for photoelastic fringe analysis from a single image using elliptically polarized white light, **Optics and Lasers in Engineering**, v. 30, p.441–459; TAVAREZ, R. R. J., et al., Torque induzido de forma manual em 4 diferentes tipos de parafusos utilizados em próteses sobre implantes, **Rev. Pesquisa Odontológica Brasileira**, nov. 2002. THEOCARIS, P. S.; GDOUTOS, E.E., **Matrix Theory of Photoelasticity**, New York: Springer-Verlag, ed.1; 1979;