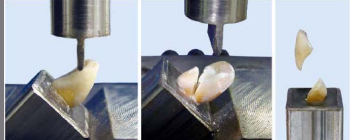



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA


RESISTÊNCIA À FRATURA



Mestrandas:

Érika Maria Carvalho Bitencourt
Raphaella Mendes Guimarães

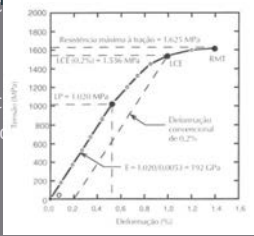
Orientadores:

João Batista de Souza
Lawrence Gonzaga Lopes
Rodrigo Borges Fonseca

Propriedades Mecânicas

Tensões > ao limite de proporcionalidade (elástica)

- Resistência às tensões
 - sem fratura
 - sem deformação permanente
- Tensão



Anusavice, 2005

Resistência à Fratura

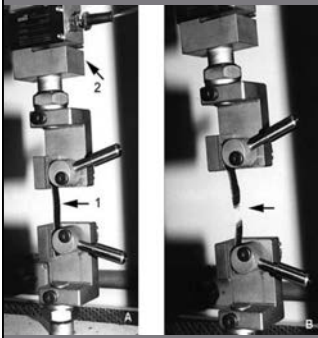
Tensão máxima → FRATURA

Resistência à Fratura

- Tração
- Cisalhamento
- Compressão
- Flexão

Anusavice, 2005

Tensão de Tração / Resistência à Tração

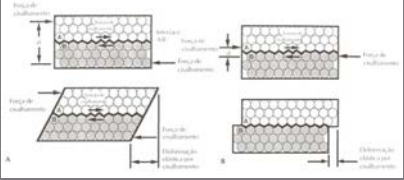


- Carga → Esticar / Alongar um corpo
- Resistência máxima de um material submetido a uma carga de tração.

Anusavice, 2005

Tensão de Cisalhamento / Resistência ao Cisalhamento

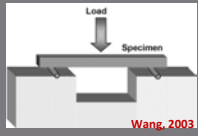
- Carga → deslizamento de uma porção de um corpo sobre outro



Anusavice, 2005

Tensão Flexural / Resistência Flexural

- Carga → Dobrar → Quebrar
- Máxima flexibilidade é alcançada antes do limite de proporcionalidade. (Anusavice, 2005)



Anusavice, 2005

Tensão de Compressão/ Resistência à Compressão

- Carga → Comprimir/Encurtar um corpo
- Maleabilidade

Os materiais mais resistentes sob forças de compressão do que sob tração → maleáveis.



Burke, 1992
Anusavice, 2005

Condições de Carregamento

- Estático
- Dinâmico
- Repetidamente

Estrela, 2005

Manutenção da integridade do corpo-de-prova

- Destrutivo
- Não-destrutivo

Estrela, 2005

Fratura Dental

- Completa
- Incompleta

Fraturas de dentes podem variar em severidade, de uma fratura mínima de esmalte, à fratura longitudinal de uma cúspide inteira.

Burke, 1992

Objetivos

- Revisão de conceitos relacionados ao tema
- Apresentar a importância do método
- Descrever a metodologia laboratorial através da literatura existente

Problemática

- O conhecimento das propriedades físicas e mecânicas do tecido dentário e dos materiais restauradores é de grande importância.
- No ambiente bucal, dentes e materiais restauradores são constantemente submetidos a esforços mecânicos.
- Forças mastigatórias e, algumas vezes, forças parafuncionais produzem diferentes reações que podem gerar deformações e comprometer a integridade do dente ou do material com o passar do tempo.

Wang et al., 2003

TESTE DE RESISTÊNCIA À FRATURA DENTAL

- *In vitro* => Natureza Destrutiva

Força necessária para restauração/estrutura dental fraturar



Novas configurações dos preparos cavitários que promovam maior resistência



Base para o desenvolvimento de estudos clínicos



Possibilita a análise de novos materiais e técnicas

Fonseca, 2004

TESTE DE RESISTÊNCIA À FRATURA DENTAL

- ❖ Aplicação de:

Carga Tangencial (Soares, 2005)

Carga compressiva:

- sobre dentes (Fonseca, 2004; Santos, 2005);
- restaurações (Mondelli, 2009; Morimoto, 2009) e
- núcleos intra-radiculares (Rocabado, 2009).

Protocolo

- Seleção/ Preparo dos espécimes
(inclusão e simulação do ligamento periodontal)
- Máquina de ensaio
- Velocidade do teste
- Método de aplicação de carga
(dentes anteriores e posteriores)
- Classificação do tipo de fratura.

Seleção/ Preparo dos espécimes

- Separação entre dentes anteriores, pré-molares e molares
(Naumann, 2009)
- Dentes hígidos/ dimensões semelhantes
(Fonseca, 2004; Santos, 2005; Abo El-Ela, 2008)
- ISO nº TS/11405 recomenda armazenagem:
 - água destilada
 - solução de cloramina T 0,5%
- Substituição periódica e não ultrapassar 6 meses.

Inclusão

• **Material de inclusão** => reproduzir a capacidade do osso para absorver a carga mastigatória (Soares, 2005; Fonseca, 2004)

• **Materiais utilizados :**

- resina acrílica autopolimerizável (Santos, 2005);
- gesso (Al-Wahadni, 2002);
- resina de poliestireno (Fonseca, 2004).

Inclusão

➢ O tipo de resina usada na inclusão das raízes não tem efeito significativo sobre os valores de resistência à fratura, mas o padrão de fratura mostrou-se mais homogêneo com uso de **resina de poliestireno**.
(Soares, 2005)

➢ Novas investigações → não existe um material validado para simular as características do osso mandibular e maxilar.
(Naumann, 2009)

Simulação do ligamento periodontal

Não simulação de um ligamento periodontal artificial

- Pode ser realizado com o uso de diferentes materiais elásticos e de resina
- Um grande número de estudos in vitro tem eliminado este procedimento.

Influência nos valores numéricos de resistência à fratura e, principalmente, no padrão de fratura

Soares et al. 2005

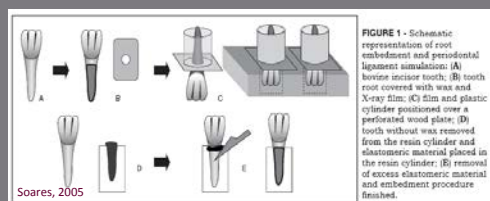
Simulação do ligamento periodontal

- Facilidade de uso
- Consistência
- Limite de deformação

O material de moldagem à base de poliéster deve ser considerado a melhor escolha.

Soares CJ, Pizi EC, Fonseca RB, Martins LR. Influence of root embedment material and periodontal ligament simulation on fracture resistance tests. Braz Oral Res. 2005;19(1):11-6.

MÉTODO DESCRITO POR SOARES (2005)



Armazenar os espécimes em água destilada a 37°C, até os procedimentos posteriores.

A ADA (2007) recomenda:

“as amostras devem ser armazenadas em água a $37 \pm 2^\circ \text{C}$ por 24 horas antes do teste.”

MÁQUINAS DE ENSAIO UNIVERSAL

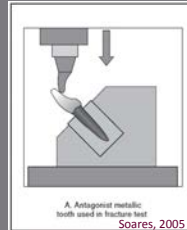
Diversos Modelos e Marcas

- Modelo K-2000MP, Dinamômetros Kratos Ltda., São Paulo, Brasil (Bonfanti, 2006; Mondelli, 2007);
- Instron modelo 4301, Canton, Mass. (Santos, 2005);
- Instron modelo 8501, Instron Corp. Canton, Mass. (Abo El-El, 2008);
- EMIC DL 2000; São José dos Pinhais, PR, Brasil (Fonseca, 2004; Silva, 2007);
- EMIC DL 500; São José dos Pinhais, PR, Brasil (Soares, 2005; Mondelli, 2009);
- Llyod, LRX, Fareham, Hants, England (Oakley, 2010);
- Modelo FS-5; Riehle Testing Machines, Philadelphia, PA, USA (Marimón, 2009).



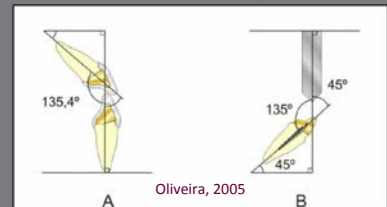
Modo de aplicação de carga

- O ângulo de aplicação da carga, nos ensaios de resistência à fratura dental, deverá simular, o mais próximo possível, o ângulo de incidência das forças mastigatórias clinicamente. (Santos, 2005)



Modo de aplicação de carga

- Incisivos: ângulo de 135° - ângulo de 45° em relação ao plano horizontal (Abo El-Ela, 2008)



Modo de aplicação de carga

- Dentes Posteriores: paralela ao longo eixo dos dentes

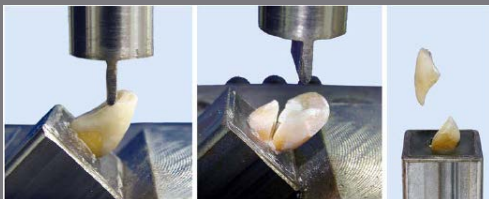


Mondelli, 2009

Formato da ponta de aplicação de carga

- Dentes posteriores:
 - cilindro (Barbante, 2006; Mondelli, 2007)
 - esfera (Ponsara, 2004; Santos, 2005; Mondelli, 2009)
- Dentes anteriores:
 - cinzel ou faca (Silva, 2007; Abo El-Ela, 2008)

Ponta de aplicação de carga

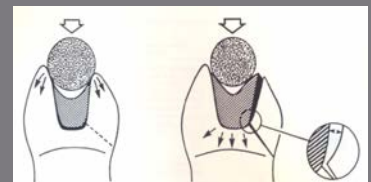


Roberto, 2008

Ponta de aplicação de carga



Mondelli, 2009

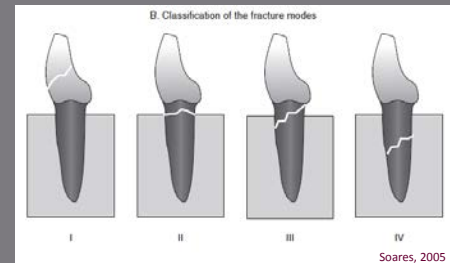


Burke, 1992

Velocidade de aplicação de carga

- Burke (1992) verificou que nos diversos estudos de resistência à fratura, há grande diversidade à velocidade e ao modo de aplicação de carga
- Fonseca (2004) ao avaliar a influência da configuração do preparo cavitário na resistência à fratura de molares com restaurações indiretas em cerômero utilizou velocidade de 0,5 mm/min.
- **Velocidade de 1 mm/min foi recomendada. (Naumann, 2009)**
- Abo El-Ela (2008) empregou velocidade de 2 mm/min na avaliação da resistência à fratura de dentes anteriores restaurados com pinos não-metálicos.
- Ohtay (2010) ao analisar a resistência à fratura de primeiros pré-molares superiores tratados endodonticamente e restaurados com diferentes adesivos dentinários e resinas compostas híbridas, utilizou velocidade de 1mm/min.

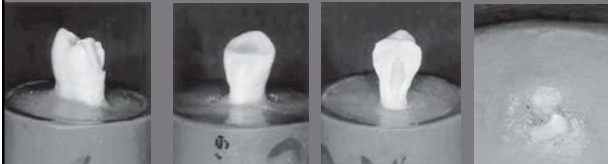
Padrão de Fratura



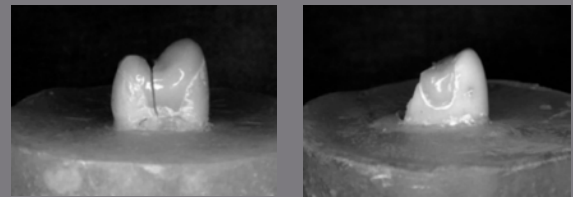
Soares, 2005

Padrão de Fratura

Bonfante G, Kaizer OB, Pegoraro LF, Valle AL do. Fracture resistance and failure pattern of teeth submitted to internal bleaching with 37% carbamide peroxide, with application of different restorative procedures. J. Appl. Oral Sci. 2006;14(4): 247-52.



Padrão de Fratura



Morimoto S, Vieira GF, Agra CM, Sesma N, Gil C. Fracture strength of teeth restored with ceramic inlays and overlay. Braz Dent J. 2009;20(2):143-8.

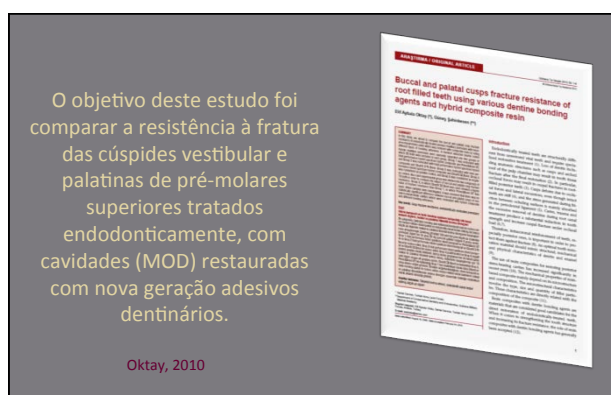
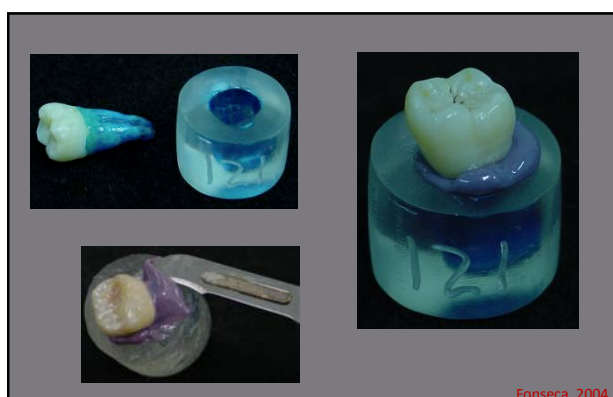
SÍNTESE

- SELEÇÃO DOS DENTES: mesmo grupo/ hígidos/ dimensões semelhantes;
- DESCONTAMINAÇÃO E ESTOCAGEM: cloroamina T 0,5% / água destilada a 37°C, por até 6 meses;
- INCLUSÃO: resina de poliestireno autopolimerizável;
- LIGAMENTO PERIODONTAL: material de moldagem à base de poliéter;
- ESTOCAGEM: água destilada a 37°C, 24h.
- ÂNGULO DE APLICAÇÃO DE CARGA: 135° anteriores/ axial posteriores;
- VELOCIDADE DA CARGA: 0,5 a 1 mm/min;
- PONTA DE APLICAÇÃO: cinzel (anteriores) / esfera e cilindro (posteriores);

INFLUÊNCIA DA CONFIGURAÇÃO DO PREPARO CAVITÁRIO NA RESISTÊNCIA À FRATURA E ADAPTAÇÃO MARGINAL DE RESTAURAÇÕES INDIRETAS EM CERÔMERO

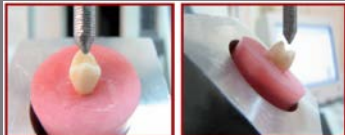


Fonseca, 2004



Metodologia

- Resina acrílica auto-polimerizável -2mm apical à JCE;
- Máquina de ensaios universal (Llyod, LRX, Fareham, Hants, Inglaterra);
- Aplicação da carga: metade da largura méso-distal da cúspide vestibular;
- Vel. 1 mm / min - Ângulo de 135°
- Na junção da cúspide e do material restaurador
- Mesmo procedimento aplicado na cúspide palatina



Oktay, 2010

Considerações Finais

- Não há normatização para este ensaio.
- Não há padronização quanto à metodologia
- São necessárias investigações sobre protocolo de carregamento para padronização da velocidade de aplicação do teste, bem como do formato e tamanho das pontas para aplicação da carga.

Referências Bibliográficas

- Abo El-Ela O, Aha OA, El-Mowafy O. Fracture resistance of anterior teeth restored with a novel nonmetallic post. J Can Dent Assoc. 2008;74(5):441-41e.
- American Dental Association. Professional product review bonding agents: laboratory testing methods. 2007;2(1). (Online) www.adap.org/goto/ppr.
- Al-Wahadni A, Gutteridge DL. An in vitro investigation into the effects of retained coronal dentine on the strength of a tooth restored with a cemented post and partial core restoration. Int Endod J. 2002;35:913-8.
- Anusavice KJ. Materiais Dentários, Traduzido por Moreira EJA. 11ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda.; 2005.
- Bonfante G, Kaizer OB, Pegoraro LF, Valle AL do. Fracture resistance and failure pattern of teeth submitted to internal bleaching with 37% carbamide peroxide, with application of different restorative procedures. J. Appl. Oral Sci. 2006;14(4):247-52.
- Burke F. Tooth fracture in vivo and in vitro. J Dent. 1992;20(3):131-9.

Referências Bibliográficas

- Dutra MC, Roscoe MG, Silva NR da, Barbosa LM, Soares CJ. Influência da viscosidade do material simulador do ligamento periodontal em testes de resistência à fratura e na deformação em dentes restaurados com núcleo metálico fundido e coroa metálica. Rev Hor Cient. 2008;1(8):1-16.
- Fonseca RB. Influência da configuração do preparo cavitário na resistência à fratura e adaptação marginal de restaurações indiretas em cerômero [dissertação]. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia; 2004.
- Mondelli J, Sene F, Ramos RP, Benetti AR. Tooth structure and fracture strength of cavities. Braz Dent J. 2007;18(2): 134-8.
- Mondelli RFL, Ishikiriyama SK, Oliveira Filho O de, Mondelli J. Fracture resistance of weakened teeth restored with condensable resin with and without cusp coverage. J Appl Oral Sci. 2009;17(3):161-5.
- Morimoto S, Vieira GF, Agra CM, Sesma N, Gil C. Fracture strength of teeth restored with ceramic inlays and overlay. Braz Dent J. 2009;20(2):143-8.

Referências Bibliográficas

- Naumann M, Metzendorf G, Fokkinga W, Watzke R, Sterzenbach G, Bayne S, Rosentritt M. Influence of test parameters on in vitro fracture resistance of post-endodontic restorations: a structured review. Journal of Oral Rehabilitation. 2009;36(4):299-312.
- Oktay EA, Şahinkesen G. Buccal and palatal cusps fracture resistance of root filled teeth using various dentine bonding agents and hybrid composite resin. Gülhane Tip Dergisi. 2010;52(1):1-6.
- Oliveira JA. Influência do remanescente coronário em dentes despolpados restaurados com pino de fibra de carbono e coroa metálica submetidos à carga cíclica e resistência à fratura [dissertação]. Baur: Universidade de São Paulo; 2005.
- Rocabado JMR. Comparison of two methods for testing restored tooth failure resistance. Ro J Stomatol. 2009;55(3):218-24.
- Santos MJMC, Bezerra RB. Fracture resistance of maxillary premolars restored with direct and indirect adhesive techniques. Journal Canadian Dental Association. 2005;71(8):585-6

Referências Bibliográficas

- Silva GR. Resistência à fratura, padrão de fratura e deformação de raízes com canais excessivamente alargados restauradas com diferentes pinos e técnicas - avaliação mecânica e por extensometria [dissertação]. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia; 2007.
- Soares CJ, Pizi EC, Fonseca RB, Martins LR. Influence of root embedment material and periodontal ligament simulation on fracture resistance tests. Braz Oral Res. 2005;19(1): 11-6.
- Soares CJ, Martins LR, Pfeiffer JM, Giannini M. Fracture resistance of teeth restored with indirect-composite and ceramic inlay systems. Quintessence Int. 2004;35(4):281-6.
- Wang L, D'Alpino P, Lopes LG, Pereira JC. Mechanical properties of dental restorative materials: relative contribution of laboratory tests. J Appl Oral Sci. 2003;11(3):162-7.