

**INFLUÊNCIA DOS PROCESSOS DE ESTERILIZAÇÃO NAS  
PROPRIEDADES MECÂNICAS DOS INSTRUMENTOS ENDODÔNTICOS**

INFLUENCE OF STERILIZATION PROCESSES ON THE MECHANICAL  
PROPERTIES OF ENDODONTICS INSTRUMENTS

**REVISÃO DE LITERATURA**

**Iara Zamboni Monteiro**

Graduação em Odontologia - FO/UFF

Especialista em Endodontia - Faculdade Redentor (SLMandic)

Especialista em Ortodontia - Faculdade Redentor (Inco 25)

Rua 15 de novembro, nº80 apt 402, Porto Novo Além Paraíba -MG

Tel. (32) 98854-0560

[iara\\_zamboni@hotmail.com](mailto:iara_zamboni@hotmail.com)

**Georgiana Amaral**

Doutora em Endodontia -UERJ

Mestre em Odontologia - Universidade de Taubaté

Especialista em Endodontia - Faculdade de Odontologia de Bauru

[gamaral@globo.com](mailto:gamaral@globo.com)

**Gustavo Oliveira dos Santos**

Prof. Associado Disciplina Clínica Integrada - FO/UFF

Doutor em Dentística - FO/UERJ

Mestre em Clínica Odontológica - FO/UFF

## RESUMO

O objetivo principal deste trabalho é fazer uma revisão de literatura sobre o efeito de múltiplas esterilizações no comportamento mecânico dos instrumentos. Há um questionamento se isso poderia influenciar negativamente os instrumentos deixando-os mais susceptíveis à fratura, com menos resistência, podendo durar menos e até mesmo fraturar no interior do canal e assim comprometer o sucesso do tratamento endodôntico. Os autores pesquisados concordam que o processo de esterilização somente não seria capaz de deteriorar os instrumentos endodônticos e discordam sobre o número limite de vezes que estes instrumentos podem ser reutilizados. Podemos então concluir que o melhor é evitar utilizar os instrumentos por diversas vezes, principalmente aqueles utilizados em molares muito curvos ou ao sinal de qualquer deformação plástica descartá- los. Espera-se contribuir com o meio acadêmico apresentando dados que possam ajudar a esclarecer e orientar os profissionais da área sobre os procedimentos endodônticos mencionados acima.

**Palavras-chave:** Instrumento endodôntico. Esterilizações. Fraturas.

## ABSTRACT

*The main objective of this paper is to review the literature on the effect of multiple sterilization on the mechanical behavior of the instruments. It is questioned whether this could negatively influence the instruments making them more susceptible to fracture, with less resistance, lasting less and even fracturing within the channel and thus jeopardize the success of endodontic treatment. The authors surveyed agree the sterilization process could not only deteriorate the endodontic instruments and disagree limit on the number of times that these instruments can be reused. We can thus conclude that it is best to avoid using instruments on several occasions, especially those used in molars very curved or any sign of plastic deformation discard it. Expected to contribute to the academic presenting data that may help to clarify and guide professionals about endodontic procedures mentioned above.*

**Key-words:** Endodontic instrument. Sterilizations. Fractures

## **Introdução**

Sabemos que os instrumentos endodônticos são de fundamental importância para a realização do tratamento endodôntico, sendo que a manutenção da cadeia asséptica deixando o instrumento endodôntico livre de microorganismos que poderiam ser carreados para o interior do canal radicular é essencial para prevenir infecções cruzadas. Esse resultado é obtido através da limpeza e esterilização dos instrumentos endodônticos, porém o processo de esterilização pode influenciar nas propriedades mecânicas dos mesmos (Becker et al. 2009).

Outros fatores que podem afetar essas propriedades estão ligados às seguintes características: conicidade, desenho, calibre, composição química da liga metálica e processos termomecânicos aplicados durante a fabricação (Grazziotin- Soares et al. 2011).

A maioria dos fabricantes recomenda a esterilização de instrumentos endodônticos antes do uso, mas a esterilização adicional também pode ocorrer se o profissional tirar os instrumentos do envelope estéril, quando estes são usados ou não no tratamento prévio (Viana et al. 2006).

Muitos profissionais sentem que o calor pode ter ação deletéria sobre os instrumentos endodônticos depois de cada ciclo de esterilização podendo enfraquecer significativamente o instrumento, o que poderia torná-lo mais suscetível à fratura pelo subsequente uso. Estudos baseados em múltiplas

esterilizações de instrumentos de aço inoxidável têm demonstrado dados conflitantes os quais buscamos investigar e discutir nesta pesquisa.

Já nos instrumentos feitos com liga de NiTi, devido ao fato de o tratamento térmico desempenhar um papel fundamental nos processos de fabricação, os efeitos dos procedimentos de esterilização a calor sobre as propriedades mecânicas destes instrumentos são particularmente interessantes. Os possíveis efeitos da esterilização a calor sobre a resistência à fratura dos instrumentos de NiTi têm sido estudados, porém ainda não houve um consenso entre os autores (Viana et al. 2006).

Tendo em vista o exposto, este estudo tem por objetivo principal determinar se as múltiplas esterilizações podem influenciar negativamente os instrumentos deixando-os mais susceptíveis à fratura, com menos resistência, podendo durar menos e até mesmo fraturar no interior do canal e assim comprometer o sucesso do tratamento endodôntico.

## **Revisão de literatura**

A presença de microrganismos exerce papel importante na etiologia das patologias endodônticas. Para tanto, alguns cuidados devem ser tomados na execução e sucesso do tratamento endodôntico. Dentre esses, estão a desinfecção e esterilização do instrumental e material a serem utilizados. O meio mais utilizado e seguro para a esterilização atualmente é a autoclave, porém antigamente era utilizado muito o calor à seco e esterilização química à frio. Iverson et al. (1985) realizaram um estudo para avaliar os efeitos de diferentes métodos de esterilização na resistência à torção de dois tipos de instrumentos endodônticos, limas Kerr K-flex e Burns Unifiles foram submetidas a 10 ciclos de autoclavagem, calor seco e esterilização química à frio. Entretanto, estas esterilizações não tiveram efeitos sobre a resistência de

torque e número de rotações até a fratura para as limas K-flex. O calor seco, entretanto, aumentou levemente a resistência de torque das limas K-flex quando comparadas com os grupos controle e outros métodos de esterilização. Nenhuma diferença foi encontrada entre as limas nos graus de rotação até a fratura mas as limas K-flex tiveram uma resistência de torque levemente maior.

Morrison et al. (1989) avaliaram os efeitos de esterilização à vapor e o número de usos sobre a afiação de instrumentos endodônticos número 25. As limas foram usadas para instrumentar 1, 5 e 10 molares. Grupos controle determinaram os efeitos de esterilização à vapor sozinha sobre a eficiência de corte de instrumentos sem uso. Um teste de eficiência de corte foi realizado sobre um aparelho que compara a afiação das limas quando usadas em um movimento linear. Análises em um microscópio de varredura eletrônica foram realizadas em cada grupo. Diferenças significantes foram encontradas entre limas experimentais usadas para instrumentar 1 molar e àquelas usadas para 5 ou 10 molares. A diferença na eficiência de corte entre o segundo e terceiro grupo experimental não foi significativa, indicando que o maior decréscimo na afiação ocorreu com o uso entre um e cinco molares. Nenhuma diferença significativa foi encontrada nos grupos controle, indicando nenhum decréscimo na eficiência de corte somente por esterilização.

Haïkel et al. (1997) realizaram um estudo com o objetivo de testar e comparar os valores do momento de torção, deformação angular, momento de flexão, deflexão angular permanente de três tipos de instrumentos endodônticos (Unifile, Flexofile e H-file) utilizando um torquímetro digital, antes e depois dos procedimentos de desinfecção de acordo com a especificação número 28 da Ansi/ADA. As mudanças nos valores observados foram insignificantes e estão de acordo com a especificação nº 28 da Ansi/ADA. Logo, não houve nenhuma significância clínica.

Silvaggio e Hicks (1997) realizaram um estudo com o objetivo de determinar se esterilização à calor tem efeitos negativos nas propriedades de

torção de instrumentos rotatórios de NiTi, tornando-os mais propensos à fratura. Limas Profiles Series 29, foram divididas em grupos de 10 instrumentos cada e esterilizados 0, 1, 5 ou 10 vezes em autoclave à vapor, ou esterilização à calor seco. Então, eles foram submetidos à testes de torção e flexibilidade, através de um torquímetro e os resultados foram submetidos à análises. Dez mudanças significantes ocorreram para força de torção e 10 para flexibilidade rotacional. Oito de dez mudanças foram aumentos, portanto esterilização à calor de limas rotatórias de NiTi não aumentou a probabilidade de fratura do instrumento.

Mize et al. (1998) avaliaram a habilidade do tratamento de calor como resultado de esterilização em autoclave em ampliar a vida útil de instrumentos endodônticos de NiTi rotatórios reduzindo o efeito de fadiga, usando 280 instrumentos Lightspeed tamanho 40. No primeiro protocolo experimental os instrumentos foram rotacionados em canais artificiais de tubos de aço inoxidável, até 25%, 50% ou 75% de suas respectivas médias de ciclos até o limite de fratura determinado em um estudo piloto, então esterilizados ou não antes de serem rotacionados até a fratura. No segundo protocolo experimental, os instrumentos foram girados até 25% da média de ciclos para a fratura determinado no estudo piloto, e esterilizados ou não. Esta seqüência de ciclos de 25% da média de ciclos até a fratura predeterminados seguida de esterilização foi repetido até a fratura do instrumento. Com os resultados obtidos, concluiu-se que o tratamento de calor como resultado de esterilização em autoclave não ampliou a vida útil dos instrumentos de NiTi.

Viana et al. (2006) avaliaram os efeitos de repetidos ciclos de esterilização em forno seco ou autoclave sobre o comportamento mecânico e a resistência à fadiga de instrumentos endodônticos rotatórios de NiTi em canais artificiais. Foi observado que as mudanças nas propriedades mecânicas de instrumentos endodônticos de NiTi após 5 ciclos de esterilizações são

insignificantes. Os procedimentos de esterilização são seguros e até mesmo promovem um significativo aumento na resistência à fadiga dos instrumentos.

Alexandrou et al. (2006) realizaram estudos com microscópio eletrônico de varredura (MEV) e calorimetria diferencial (DSC) para investigar a superfície e a microestrutura de 2 marcas de instrumentos endodônticos rotatórios de NiTi, nas condições que foram recebidos e depois de submetidos à 1, 6 e 11 ciclos de esterilização. Um total de 66 instrumentos Profile (n=33) e Flexmaster (n=33) foram examinados. As observações do MEV indicaram a presença de imperfeições na superfície e material aderido em todos os instrumentos novos e esterilizados e um aumento na rugosidade superficial dos instrumentos que foram submetidos à múltiplas esterilizações. As medições de DSC mostraram que as condições dos espécimes das 2 marcas, nas condições em que foram recebidas e depois das esterilizações, foram completamente austenita na temperatura ambiente oral, sugerindo que eles são capazes de comportamento superelástico em condições clínicas apropriadas.

Valois et al. (2008) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar a superfície de limas rotatórias de níquel-titânio (NiTi) após múltiplos ciclos de autoclave. Dois sistemas diferentes de instrumentos de NiTi (GreaterTaper e Profile) foram anexados a uma base. Após 1, 5, e 10 ciclos de autoclave as limas foram posicionadas no microscópio de força atômica (NanotecEletronica SL, Madrid, Espanha). As análises foram realizadas em 15 pontos diferentes. As limas foram utilizadas como controle, antes de qualquer ciclo de autoclavagem. Os seguintes parâmetros topográficos foram medidos: rugosidade média, altura máxima, e quadrado médio da raiz. Os resultados indicaram que múltiplos ciclos de autoclave aumentam a profundidade de irregularidades superficiais nos instrumentos rotatórios de NiTi.

Becker et al. (2009) realizaram um estudo para analisar o efeito da esterilização sobre a eficiência de corte, através do método tempo X pesagem de dois tipos de instrumentos rotatórios Protaper e K3. Foram utilizados 60

canais simulados e 66 limas, sendo 36 do sistema Protaper e 30 do sistema K3. Os instrumentos foram divididos em quatro grupos, sendo que no grupo A e B os instrumentos foram limpos e esterilizados e nos grupos C e D foi realizado somente o processo de limpeza. Observou-se com os resultados obtidos que a capacidade de corte dos instrumentos endodônticos Protaper e K3 não foi alterada estatisticamente após seis ciclos de esterilizações em autoclave.

Grazziotin-Soares et al. (2011) realizaram um estudo usando um teste mecânico para avaliar a flexibilidade de instrumentos do sistema K3 (15, 20, 30, 35, 40 e 45) (conicidade 0.04) e do sistema Protaper Universal (S1, S2, F1, F2, F3, F4 e F5) quando eles estavam novos, e depois de cinco usos em canais simulados. Os instrumentos foram submetidos a procedimentos de limpeza e esterilizados em uma autoclave (Cristófoli, Campo Mourão, PR, Brasil) por exposição ao calor úmido, pressão 1 atm, 127° C por 20 min, após cada uso. Instrumentos de ambos os sistemas apresentaram flexibilidade mais baixa após o terceiro comparados à flexibilidade obtida após 0 e 1 ( $p < 0.05$ ) e mantiveram a mesma flexibilidade após o quinto uso. A flexibilidade dos instrumentos do sistema K3 diminuiu com o aumento do diâmetro, independente do número de usos. Entre os instrumentos do sistema Protaper Universal, as limas de modelagem (S) apresentaram flexibilidade maior que as limas acabamento (F). F2 e F3 foram os instrumentos menos flexíveis, F4 e F5 apresentaram valores de flexibilidades similares àqueles de F1.

Hilfer et al. (2011) descreveram um estudo objetivando avaliar os efeitos de múltiplos ciclos de autoclave em quatro grupos de instrumentos endodônticos ( $n=10$ ) de GT Série X (20/06 e 20/04) e Twisted Files (25/06 e 25/04) que foram testados sob condições de fadiga cíclica em um aparelho fabricado para determinar a base média de número de ciclos até a fratura (NCF) para cada grupo. O NCF foi subdividido em limiares de 25%, 50% e 75% de cada grupo de limas para estabelecer períodos de avaliação arbitrários. Os resultados foram que a esterilização em autoclave não demonstrou nenhum



efeito significativo sobre as limas GT série X. Adicionalmente nenhum efeito significativo foi encontrado para as Twisted Files (25/04). Limas experimentais Twisted (25/06), entretanto, demonstraram significativa redução NCF seguida de autoclavagem comparada às limas controle.

Casper et al. (2011) compararam os efeitos de múltiplos ciclos de autoclave sobre a resistência de carga de torção em 3 novos instrumentos endodônticos: Vortex Profile (feita a partir de M-Wire PV), Twisted Files (TF) e Series Files feita a partir de fio CM (CM), utilizando um medidor de torção. Os resultados obtidos foram que os ciclos de autoclave não tiveram efeito significativo sobre o desempenho de qualquer um dos sistemas de instrumentos testados. PV e CM exibiram resistência significativamente maior para carga de torção para TF, mas não foram diferentes um do outro. A esterilização em autoclave não afetou a resistência de nenhum sistema testado.

Plotino et al. (2012) realizaram um estudo em que foram utilizados 4 instrumentos endodônticos rotatórios de NiTi do mesmo tamanho (com diâmetro da ponta 0,4mm e conicidade constante de 04). Sob as condições do presente estudo foram realizados 10 ciclos de esterilização em autoclave que influenciaram significativamente na fadiga cíclica dos instrumentos K3XF. Estes instrumentos demonstraram um aumento estatisticamente significativo no número de ciclos necessários para causar fratura após a esterilização.

Victorino et al.(2014) analisaram in vitro, a eficácia da esterilidade de limas manuais ao longo do tempo dispostas em organizadores de limas endodônticas Endo-File para autoclavagem que visam agilidade do processo de instrumentação, fácil manutenção e prevenção de contaminação cruzada. Para tanto, foram utilizados dois organizadores (Romidan, Israel) e 24 limas endodônticas do tipo K. Para a análise microbiológica, as limas foram contaminadas com bactérias *Enterococcus faecalis* e inseridas nos 12 cilindros dos organizadores e o conjunto esterilizado em autoclave. Logo após, foram

semeadas em meio de "Brain Heart Infusion Agar" (BHI Agar) e levados à estufa bacteriológica mantidas sob temperatura variável entre 35°C e 37°C, por 48 horas. Os resultados obtidos permitiram afirmar que os organizadores são eficazes em organizar e esterilizar limas endodônticas e são capazes de mantê-las aptas para o uso clínico por até 30 dias.

Lopes et al.(2015) compararam o comportamento mecânico de instrumentos de níquel-titânio que apresentavam forma geométrica semelhante, porém, produzidos por métodos de fabricação diferentes. Foram usados, para o teste de flexibilidade e de flexão rotativa, vinte instrumentos 25/0,06 RaCe (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Suíça), com 25 mm de comprimento, produzidos por fio de NiTi convencional (usinados); 20 instrumentos endodônticos especiais 25/0,06 Twisted File (TF) (SybronEndo, Orange, EUA), com 27 mm de comprimento, fabricados por torção; e 20 instrumentos endodônticos 25/0,06 ProFile Vortex (Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, EUA), com 25mm de comprimento, feitos com liga M-Wire. Os instrumentos TF foram mais flexíveis do que os instrumentos RaCe, que foram menos resistentes a flexão do que os instrumentos ProFile Vortex. Considerando-se o ensaio de flexão rotativa, os instrumentos TF apresentaram um desempenho significativamente superior com relação ao tempo e ao número de ciclos para a fratura (NCF) do que os outros instrumentos testados.

A mais recente tecnologia no que se refere ao preparo dos canais radiculares, os sistemas de lima única, vem sendo objeto de estudo sob diversos aspectos. Uma das preocupações referentes aos sistemas automatizados é a manutenção da qualidade e segurança nos preparos quando da reutilização do instrumento. Pires e Morante (2014) avaliaram as alterações de superfície de dois sistemas de lima única - Wave One e One Shape - e seu desempenho através do tempo de preparo no decorrer dos usos. Duzentos condutos de molares inferiores humanos extraídos foram instrumentados com 10 limas Wave One e 10 limas One Shape. Cada

instrumento foi utilizado por 10 vezes. Após as utilizações, os instrumentos foram limpos, esterilizados em autoclave e observados após 2, 6, 8 e 10 usos. As alterações mais observadas foram aplainamento e microcavidade. O crack foi observado nos dois instrumentos sendo significativo a partir do sexto uso para Wave One e do décimo para One Shape. Os tempos de preparo registrados para One Shape foram inferiores aos tempos para Wave One. O uso influenciou os tempos de preparo sendo observado um aumento significativo para os dois instrumentos. Um instrumento One Shape fraturou mas a ocorrência não foi estatisticamente significativa.

Hanan et al. (2015) analisaram a presença de detritos, defeitos e deformações de instrumentos endodônticos recíprocos antes e depois da preparação químico-mecânica usando microscopia eletrônica de varredura. Os seguintes instrumentos foram divididos em 2 grupos: Waveone (n = 13) e Reciproc (n = 13) e utilizados na preparação de canais radicais mesiais de 26 molares mandibulares permanentes humanos extraídos. Os instrumentos foram então lavados em banho ultra-sônica e submetidos a nova análise microscópica de detritos e deformação por uma pontuação que usou a presença ou ausência de bordas irregulares, sulcos, microcavidades e rebarbas como critério. Todos os instrumentos examinados apresentaram detritos antes e depois do uso. Foi encontrada diferença estatisticamente significativa quanto a defeitos e deformação entre os grupos ( $p < 0,05$ ). A presença de defeitos e deformidades foi maior nos instrumentos WaveOne, e os instrumentos Reciproc apresentaram uma taxa mais baixa.

Lopes et al.(2016) avaliaram a composição quantitativa, a flexibilidade e a microdureza de instrumentos endodônticos de ligas com NiTi convencional e com memória controlada. Também avaliaram influência da rotação contínua e do movimento recíproco na resistência dos instrumentos submetidos à fadiga cíclica. O movimento recíproco aumentou significativamente a resistência à fadiga cíclica dos instrumentos avaliados, quando comparados

aos de rotação contínua ( $p < 0,05$ ). Os instrumentos tiveram maior resistência à fadiga no movimento recíprocante do que na rotação contínua. A menor angulação do movimento recíprocante promoveu maior resistência à fadiga, quando comparada com a de maior amplitude.

Sousa et al.(2017) comparar os sistemas recíprocantes Reciproc® e Wave One®, por meio de uma revisão de literatura, em relação ao preparo e a limpeza dos canais radiculares podem ter sua eficácia comprometida por fatores como a anatomia do sistema de canais radiculares e infecções intrarradiculares. Com relação à extrusão de detritos via forame apical, não se observou diferenças entre os sistemas avaliados nos estudos. Com relação à resistência à fadiga cíclica e ao tempo de preparo, o sistema Reciproc® se destaca. Já o sistema Wave One® tem maior resistência à fratura torsional. Com relação ao desvio da trajetória do canal e padrão de limpeza, os sistemas não apresentaram diferenças significativas. Logo, os sistemas recíprocantes, se apresentaram favoráveis ao uso em Endodontia em tratamentos e retratamentos endodônticos.

## **Discussão**

Muitos estudos têm sido realizados para analisar os efeitos de múltiplas esterilizações sobre as propriedades mecânicas dos instrumentos endodônticos, tendo resultados conflitantes. Esta falta de consenso entre os pesquisadores pode ter ocorrido pelo fato de que eles analisaram aspectos diferentes, utilizando variados instrumentos e metodologias diversas.

As propriedades mecânicas estão associadas ao comportamento dos instrumentos quando submetidos à ação de forças externas. A caracterização dessas propriedades é feita em ensaios mecânicos. As principais propriedades de mecânicas de interesse para endodontia serão descritas a seguir. (Lopes e Siqueira 2004).

A resistência à fratura é uma das principais propriedades mecânicas dos instrumentos endodônticos que deveria ser informada ao usuário para orientá-lo na prática clínica. Durante o preparo químico-mecânico de um canal radicular, os instrumentos endodônticos sofrem tensões extremamente adversas que variam com a anatomia do canal, com as dimensões dos instrumentos e com a habilidade do profissional. Essas tensões adversas modificam continuamente a resistência à torção e a flexão rotativa dos instrumentos endodônticos durante a instrumentação de um canal radicular. A fratura dos instrumentos pode ocorrer por torção, ou por fadiga cíclica (Alexandrou et al 2006; e Valois et al 2008).

A resistência à fratura por torção é avaliada através das medidas de torque máximo e deflexão angular até a fratura, dos instrumentos endodônticos, esta ocorre após a apreensão da ponta ou qualquer outra parte do instrumento às paredes do canal, enquanto a haste continua girando. Como consequência, o limite elástico do metal é excedido e o instrumento sofre deformação plástica podendo esta ser seguida de fratura. A fratura ocorre no momento em que a tensão máxima sobre o instrumento, na região onde se encontra preso, for maior que a resistência torcional do mesmo (Lopes e Siqueira,2004). De acordo com Iverson et al. (1985) que avaliaram os instrumentos endodônticos quanto a resistência à torção houve um ligeiro aumento na mesma, já Haïkel et al. (1997), Silvaggio e Hicks et al. (1997), Mize et al. (1998) e Casper et al. (2011) não encontraram nenhuma diferença significativa quanto à resistência à torção.

A fratura por fadiga cíclica ocorre quando um instrumento endodôntico (de NiTi ou de aço inoxidável) gira no interior de um canal curvo, estando ele dentro do limite elástico do material. Na região de flexão de um instrumento endodôntico durante a sua rotação são induzidas tensões alternadas trativas e compressivas. A repetição dessas tensões promovem mudanças microestruturais cumulativas que induzem a nucleação, crescimento

e o coalescimento de trincas, que se propagam até a fratura por fadiga de instrumento endodôntico (Lopes e Siqueira, 2004). Mize et al. (1998) Hilfer et al. (2011) testaram os instrumentos sob condições de fadiga cíclica e não encontraram nenhuma diferença significativa. Já Viana et al. (2006) e Plotino et al. (2012) encontraram um aumento estatisticamente significativo no número de ciclos necessários para causar a fratura do instrumento.

A flexibilidade dos instrumentos endodônticos é determinada por testes de flexão a 45° segundo a especificação ISO 3630-1, através dos valores de momento de dobramento, que é o esforço requerido para flexionar o instrumento a 45 de inclinação em relação ao seu longo eixo. Instrumentos muito flexíveis levam a menores mudanças indesejáveis no trajeto do canal radicular do que aqueles que possuem grande rigidez à flexão. As propriedades metalúrgicas, tais como composição química da liga e tratamento termomecânico a que são submetidos, além das características geométricas, são fatores que influenciam diretamente na flexibilidade dos instrumentos endodônticos. Silvaggio e Hicks (1997) realizaram um estudo avaliando a flexibilidade dos instrumentos endodônticos após esterilizações e não encontraram diferença estatisticamente importante já Grazziotin-Soares et al. (2011) observaram que os instrumentos apresentaram flexibilidade mais baixa.

Deformação é quando uma força (carga) é aplicada em um corpo impedindo de alterar sua posição, a força tende a deformar o corpo, ou seja, em consequência da tensão aplicada promovemos uma deformação que pode ser elástica (quando desaparece após retirada da força aplicada) ou plástica (deformação permanente sem atingir a fratura) (Lopes e Siqueira, 2004). Haïkel et al. (1997) analisaram a deformação angular, momento de deflexão e deflexão angular e não encontraram significância clínica nos resultados.

A literatura endodôntica registra a utilização de diferentes substratos e de diversos parâmetros para a avaliação da eficiência de corte dos instrumentos de uso intracanal, Morrison et al. (1989), e Becker et al. (2009)

avaliaram os instrumentos quanto a eficiência de de corte e não encontraram nenhum resultado relevante.

As características de superfície e microestrutura também foram objeto de estudo que foram analisados por Alexandrou et al. (2006) e Valois et al. (2008) que encontraram que múltiplas esterilizações aumentam a profundidade de irregularidades superficiais nos instrumentos endodônticos. Vários fabricantes tem proposto tratamentos térmicos para melhorar as propriedades mecânicas dos instrumentos, como o fabricante das limas HyFlex CM que afirmam que estas readquirem o formato e a resistência originais durante a sua autoclavagem, possibilitando assim a reutilização da lima e o maior rendimento do instrumento. É possível que o tipo de instrumento endodôntico (rotatório ou manual) e o tipo de liga metálica utilizada na confecção do instrumento (limas de aço inoxidável, limas Flex, limas de NiTi ou limas de NiTi tratadas termicamente) possam influenciar nos resultados obtidos já que podemos observar que em alguns dos estudo em que foram utilizados limas rotatórias de NiTi e de NiTi tratadas termicamente houve um aumento na resistência mecânica do instrumentos como no estudo de Plotino et al. (2012), Silvaggio e Hicks (1997) e Viana et al. (2006). Mas Hilfer et al. (2011), Casper et al. (2011), Becker et al. (2009) e Mize et al. (1998) não encontraram nenhuma diferença significativa , já Alexandrou et al. (2006), Valois et al.(2008) e Grazziotin-Soares et al. (2011) encontraram uma diminuição.

Outros autores utilizaram limas manuais de aço inoxidável em sua pesquisas como Iverson et al. (1985) que utilizaram limas Kerr K-flex e esta apresentou aumentos já Haïkel et al. (1997) que também utilizaram instrumentos de aço inoxidável encontraram aumentos para Unifile e H-files e uma redução para as Flexofiles.

Os diferentes métodos de esterilização também são descritos na literatura os de múltiplas esterilizações com calor seco sobre as propriedades

de instrumentos endodônticos foi utilizado por Iverson et al. (1985), Silvaggio e Hicks (1997) e Viana et al. (2006), e encontraram interferências positivas .

Estudos para avaliar as alterações nas propriedades mecânicas dos instrumentos endodônticos também foram feitos utilizando esterilização à vapor , Sivaggio e Hicks (1997), Viana et al (2006), Plotino et al (2012), Valois et al. (2008), e Grazziotin-Soares (2011) encontraram interferências, já Iverson et al. (1985), Morrison et al. (1989), Haïkel et al. (1997), Alexandrou et al. (2006), Hilfer et al (2011) e Casper et al. (2011) não encontraram nenhuma diferença significativa. Esterilização química à frio foi utilizada por Iverson et al. (1985) que não encontraram nenhuma diferença nos graus de rotação até a fratura.

Outro fator que pode influenciar os resultados é a metodologia utilizada, alguns autores não fizeram nenhum teste de fadiga, somente analisaram as características de superfície do instrumento endodôntico em microscópio eletrônico de varredura após múltiplas esterilizações como Alexandrou et al (2006) e Valois et al (2008) que encontraram que múltiplas esterilizações aumentam a profundidade de irregularidades superficiais diminuindo a resistência.

Outros autores realizaram testes de fadiga e mediram o torque limite até a fratura, utilizando torquímetro ou dispositivos fabricados para esta finalidade como Iverson et al (1985) e Casper et al (2011) que encontraram uma diminuição da resistência, porém Silvaggio e Hicks (1997) encontraram um aumento da resistência após esterilizações.

Canais artificiais foram utilizados por Viana et al (2006) e Plotino et al (2012) para o teste de fadiga e encontraram um aumento da resistência à fratura, já Mize et al (1998), Becker et al (2009) também utilizando canais artificiais não encontraram nenhuma diferença significativa e Grazziotin-Soares et al (2011) encontraram uma diminuição da resistência.



Dos estudos analisados somente Morrison et al (1989) utilizou dentes naturais nos testes de fadiga e encontrou uma diferença significativa entre limas utilizadas para instrumentar 1 molar e para instrumentar 5 ou 10 molares, sendo as que instrumentaram somente 1 molar se apresentaram mais resistentes.

Quanto ao número de vezes que um instrumento pode ser reutilizado observamos no estudo de Morrison et al.(1989) e Grazziotin-Soares et al. (2011) que em geral somente após o quinto ciclo de esterilização começa a ocorrer um decréscimo na resistência dos instrumentos, porém muito provavelmente isto ocorre não pela ação das esterilizações e sim pelo elevado número de usos que pode comprometer a resistência dos instrumentos, contudo é prudente da parte do cirurgião-dentista ao primeiro sinal de deformação plástica do instrumento, descartá-lo independente do número de usos.

Recentemente foi fabricado um novo sistema o Reciproc que consiste de uma única lima que é utilizada tanto para o preparo cervical, médio e apical realizando um movimento oscilatório e depois é recomendado seu descarte tendo uso único. Seria uma alternativa para evitar a fratura por fadiga e possíveis danos causados pela esterilização, porém foram realizados alguns estudos sobre a reutilização das mesmas. Pires e Morante (2014) encontraram que as várias reutilizações influenciaram no tempo de preparo dos condutos radiculares e houve fratura do instrumento mas a ocorrência não foi estatisticamente significativa.

## **Conclusão**

Com base no que foi estudado podemos concluir que não parece que a esterilização somente é capaz de deteriorar os instrumentos endodônticos, podemos observar que o método de esterilização mais eficaz e seguro é a

esterilização ao calor úmido em autoclave, com a falta de consenso entre os autores seria prudente não utilizarmos os instrumentos mais de cinco vezes, porém se utilizados em canais muito atrésicos e muito curvos deveriam ser descartados antes e ao observarmos algum sinal de deformação plástica no instrumento, é melhor descartá-lo para não haver riscos de fratura.

## Referências

1-BECKER A. N., BORIN G., OLIVEIRA E. P. M., MELO T. A. F., ECHEVESTE S. S. Efeito da Esterilização sobre a eficiência de corte dos instrumentos endodônticos ProTaper® e K3®. **RGO, Porto Alegre**. 2009;(57):389-393.

2-GRAZZIOTIN-SOARES .Flexibility of K3 and ProTaper Universal instruments. **Braz Dent J**. 2011;22(3):218-222.

3-VIANA A. C. D. , GONZALEZ B. M., BUONO V. T. L. & BAHIA M. G. A.. Influence of sterilization on mechanical properties and fatigue resistance of nickel–titanium rotary endodontic instruments. **International Endodontic Journal**.2006;(39):709-715.

4-IVERSON G. W., FRAUNHOFER J. A. VON AND HERMMANN J. W. The Effects of Various Sterilization Methods on the Torsional Strehgth of Endodontic Files. **Journal of Endodontics**.1985;(11):266-271.

5-MORRISON SCOTT W., NEWTON CARL W. AND JR BROWN CECIL E., The effects of steam sterilization and usage on cutting efficiency of endodontic instruments. **Journal of Endodontics**.1989;(15):427-429.

6-HAIKEL Y., SERFATY R., BLEICHER P., LWIN T. AND CLAUDE A. L. Effects of Cleaning, Chemical Desinfection, and Sterilization P rocedures on the Mechanical Properties of Endodontic Instruments. **Journal of Endodontics**.1997;(23):15-18.

7-SILVAGGIO J. AND HICKS M. L. Effect of Heat Sterilization on the Torsional Properties of Rotary Nickel-Titanium Endodontic Files. **Journal of Endodontics**.1997;(23):731-735.

8-MIZE S. B., CLEMENT D. J., PRUETT J. P. AND CAMES D. L.. Effects of Sterilization on Cyclic Fatigue of Rotary Nickel-Titanium Endodontic Instruments. **Journal of Endodontics**.1998;(24):843-845.

9-ALEXANDROU G., CHRISAFIS K., VASILADIS L., PAVLIDOU E. AND POLYCHRONIADIS E.K.. Sem Observations and Differential Scanning Calorimetric Studies of New and Sterilized Nickel-Titanium Rotary Endodontic Instruments. **International Endodontic Journal**.2006;(32): 675-681.

10-VALOIS C. R. A., SILVA L. P., AZEVEDO R. B. Multiple Autoclave Cycles Affect the Surface of Rotary Nickel-Titanium Files: An Atomic Force Microscopy Study. **JOE, Basic Research – Technology**.2008;(34):859-863.

11-HILFER P. B., BERGERON B. E., MAYERCHAK M. J., ROBERTS H. W. AND JEANSONNE B. G. Multiple autoclave cycle effects on cyclic fatigue of nickel-titanium rotary produced by new manufacturing methods. **Journal of Endodontics**.2011;(37):72-80.

12-CASPER, R. B., ROBERTS H. W. ROBERTS M. D., HIMEL V. T., AND BERGERON B. E. Comparison of Autoclaving Effects on Torsional Deformation and Fracture Resistance of Three Innovative Endodontic File Systems. **International Endodontic Journal**.2011;(37):1562-1573.

13-PLOTINO G., COSTANZO A., GRANDE N. M., PETROVIC R., TESTARELLI L., AND GAMBARINI G. Experimental Evaluation on the Influence of Autoclave Sterilization on the Cyclic Fatigue of New Nickel-Titanium Rotary Instruments. **JOE, Basic Research – Technology**.2012;(38):222-225.

14-VICTORINO F. R., ANDRADE L., MACHIAVELLI, CANTO D. Eficácia da esterilização de limas endodônticas com organizadores endo-files. **Full dent sic**.2014;5(20):648-652).

15-LOPES W. S. P., LOPES H. P., ELIAS C. N., VIEIRA, M. V. B., ALVES, F. R. F. Flexibilidade e fadiga cíclica de instrumentos fabricados com métodos diferentes .**Dent Press endodontic**.2015;5(1):13-18.

16-PIRES M. V., MORANTE P. Avaliação do desempenho das limas Wave One e One Shape no decorrer do número de usos. **BBO São Paulo**. 2014;s.n.:95p.

17-HANAN A. R. A., MEIRELLES D.A., SPONCHIADO JUNIOR E. C., HANAN S., KUGA M.C., BONETI F. I. Surface characteristics of reciprocating instruments before and after use – a SEM analysis. **Braz Dent Journal**.2015;26(2):121-127.

18-LOPES, H. P.; ELIAS, C. N.; SIQUEIRA JÚNIOR, J. F. Instrumentos Endodônticos. In: Lopes, H. P.; Siqueira Júnior, J.F. **Endodontia: Biologia e Técnica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan Medsi. 2004;323-417.

19-LOPES H. P., VIEIRA M. V. B., ELIAS C. N., VILLAGRA R. M., VIEIRA V. T. L., SOUZA L. C. Avaliação das propriedades físico-químicas e mecânicas dos instrumentos endodônticos de Niti e com memória controlada. **Dent press endodontic**.2016;6(2):28-33.

20-SOUSA B.C., CASTELO R., MARTINS T.C. Uso dos sistemas reciprocantes Reciproc e Wave One em endodontia : revisão de literatura. **Dent press endodontic** .2017;7(1):50-59.