



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “Júlio de Mesquita Filho”
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE ARARAQUARA



MARINA OLIVEIRA GONÇALVES GALOZA

**RESISTÊNCIA À FRATURA E AVALIAÇÃO DA MICRODUREZA
DENTINÁRIA DE COROAS DENTAIS SUBMETIDAS A DIFERENTES
PROTOCOLOS DE CLAREAMENTO INTRACORONÁRIO**

ARARAQUARA

2014



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “Júlio de Mesquita Filho”
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE ARARAQUARA**



MARINA OLIVEIRA GONÇALVES GALOZA

**RESISTÊNCIA À FRATURA E AVALIAÇÃO DA MICRODUREZA
DENTINÁRIA DE COROAS DENTAIS SUBMETIDAS A DIFERENTES
PROTOCOLOS DE CLAREAMENTO INTRACORONÁRIO**

Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em Ciências Odontológicas com área de concentração em Dentística Restauradora da Faculdade de Odontologia de Araraquara da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” para obtenção título de mestre em Ciências Odontológicas.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Ferrarezi de Andrade

ARARAQUARA

2014

Galoza, Marina Oliveira Gonçalves.

Resistência à fratura e avaliação da microdureza dentinária de coroas dentais submetidas a diferentes protocolos de clareamento intracoronário / Marina Oliveira Gonçalves Galoza - Araraquara: [s.n.], 2014.

54 f. ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Ferrarezi de Andrade

1. Clareamento dental 2. Peróxido de hidrogênio 3. Testes de dureza I.Título

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Disleide Silvia Valério Gounella CRB-8/5629

Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação da Faculdade de Odontologia de Araraquara / UNESP

MARINA O. GONÇALVES GALOZA

RESISTÊNCIA À FRATURA E AVALIAÇÃO DA MICRODUREZA DENTINÁRIA
DE COROAS DENTAIS SUBMETIDAS A DIFERENTES PROTOCOLOS DE
CLAREAMENTO INTRACORONÁRIO

COMISSÃO JULGADORA

DISSERTAÇÃO PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE

Presidente e Orientador: Prof. Dr. Marcelo Ferrarezi de Andrade

2º Examinador: Prof. Dr. Milton Carlos Kuga

3º Examinador: Porfa. Dra. Juliana Jendiroba Faraoni

Araraquara, 17 de março de 2014

DADOS CURRICULARES

MARINA OLIVEIRA GONÇALVES GALOZA

NASCIMENTO: 16 de abril de 1987- Ibatiba/ ES

FILIAÇÃO: Jorge Antônio Gonçalves

Célia Oliveira Gonçalves

2005 - 2008 Graduação em Odontologia.

Universidade Iguaçu, UNIG, Itaperuna-RJ, Brasil

2009 - 2009 Aperfeiçoamento em Atualização em endodontia.

Faculdade Redentor- FACREDENTOR, Itaperuna-RJ, Brasil

2010 - 2012 Especialização em Endodontia.

Faculdade Redentor- FACREDENTOR, Itaperuna-RJ, Brasil

2012/2014 Curso de Pós-Graduação em Dentística, nível Mestrado, na Faculdade de Odontologia de Araraquara – Universidade Estadual Paulista, Araraquara - SP

2013 Estágio Docência em Dentística, Faculdade de Odontologia de Araraquara- Universidade Estadual Paulista, Araraquara-SP

Dedicatória

Dedico este trabalho:

Ao Autor da vida, em quem deposito minha fé e esperança. ***Deus***.

Ao meu esposo, **Pedro**, por cada palavra de encorajamento, por todos os momentos em que a compreensão e o apoio superaram minhas ausências, e por todo amor e lealdade nessa caminhada.

Aos meus pais, **Jorge e Célia**, por me ensinarem que devemos semear, cultivar e cuidar para colhermos os bons frutos. A todo apoio e incentivo pra vencer mais esta etapa.

Ao meu irmão e cunhada, **Márcio e Taciana**, e ao meu sobrinho **Sávio**, por todo carinho e todos os momentos felizes nos poucos encontros durante este tempo.

A minha segunda família, **Ione, Robson e Mariah**, que me motivaram e torceram pelo meu sucesso.

Agradecimentos

À **Faculdade de Odontologia de Araraquara - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP**, representada pela diretora Prof^a Dr^a Andréia Affonso Barretto Montandon e pela vice-diretora Prof^a. Dr^a. Elaine Maria Sgavioli Massucato.

Ao programa **de Ciências Odontológicas**, Faculdade de Odontologia de Araraquara, representado pelo coordenador Prof. Dr. Osmir Batista de Oliveira Junior e Profa. Dra. Lidia Parsekian Martins vice-cordenadora, pelo acolhimento e oportunidade de aprendizado.

Ao **Prof. Dr. Marcelo Ferrarezi de Andrade**, meu orientador, pela confiança, paciência, pelos ensinamentos e por sua grande experiência que é passada de uma forma tão humana e respeitosa. Obrigada por ter me recebido e por me dar grandes oportunidades de crescer profissionalmente.

Ao **Prof. Dr. Milton Carlos Kuga**, por ser um grande mestre, com o qual tive grande satisfação de trabalhar e aprender, e do qual tive grande incentivo para ingressar na pós-graduação. Obrigada pela amizade e suporte durante estes anos.

Ao **Prof. Dr. Edson Alves Campos**, por me permitir aprender um pouco de seus conhecimentos, que com tamanha naturalidade são passados, e por toda ajuda que me foi concedida gentilmente sempre que precisei. Obrigada

por toda amizade e “broncas” que foram necessárias para meu crescimento profissional e pessoal.

Aos Profs. Drs. do Departamento de Odontologia Restauradora, **Andrea Abi Rached Dantas, José Roberto Cury Saad, Alessandra Nara de Souza Rastelli, Sizenando de Toledo Porto Neto e Osmir Batista de Oliveira Júnior**, por ensinar com tanta dedicação.

As minhas colegas de turma do mestrado, **Adriana, Hélida, Keren, Mariana, Renata e Vanessa**, por todo companheirismo, por todas as risadas que demos que tornaram esses dois anos mais leves. Foi muito bom conhecer cada uma de vocês, desejo sucesso a todas.

Aos meus colegas do doutorado, **Carol, Cristina, Mateus, Mayra e Thiago**, por todo auxílio prestado e pela amizade durante este tempo. Sucesso a todos.

Aos **funcionários do Departamento de Odontologia Restauradora, Marinho, Creuza, Vanderlei, Priscila e Cida** pela ajuda necessária no nosso dia-a-dia e a incrível disposição para isso.

Aos **funcionários da Seção de Pós-Graduação**, principalmente à **Mara**, por todo o apoio fornecido na hora de sanar as inúmeras dúvidas, resolver problemas e principalmente pela orientação durante todo o curso de Mestrado.

A **CAPES**, pelo financiamento do curso de mestrado.

Galoza MOG. Resistência à fratura e avaliação da microdureza dentinária de coroas dentais submetidas a diferentes protocolos de clareamento intracoronário [dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2014.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da proporção de 3:1 e 1:1, do peróxido de hidrogênio e o pigmento (vermelho carmim, VC) sobre a resistência à fratura e microdureza dentinária de dentes bovinos submetidos ao clareamento dental. Na avaliação da resistência à fratura, quarenta incisivos foram tratados endodonticamente e submetidos ao clareamento dental com: G1(WHP3) - HP a 35% com VC (Whiteness HP), na proporção de 3:1; G2(WHP1) - HP a 35% (Whiteness HP), com VC, na proporção de 1:1; G3(OPA) - HP a 38% (Opalescence Boost) e G4 (CT) - não clareado. Os protocolos de clareamento foram aplicados em 3 sessões, com intervalos de 7 dias, sendo o gel aplicado e mantido sobre o substrato dental, tanto no interior da câmara pulpar como externamente. Após 7 dias da última sessão de clareamento, os dentes foram submetidos ao teste de resistência à fratura em máquina de ensaio. Similares protocolos de clareamento foram utilizados em idênticos grupos, para avaliar a redução da microdureza da dentina de coroas de dentes bovinos. A microdureza foi mensurada, utilizando microdurômetro, antes e após 3 sessões de aplicação dos protocolos de clareamento. A resistência à fratura do G2 foi inferior à do G4 ($p < 0,05$), porém semelhante a do G1 e G3 ($p > 0,05$). A redução da microdureza dentinária foi similar entre os grupos avaliados. Apenas a proporção de 1:1, do peróxido de hidrogênio e pigmento, ocasionou a redução da resistência à fratura, quando comparado ao dente não clareado, porém não influenciou sobre a microdureza dentinária.

Palavras chaves: clareamento dental; fratura; peróxido de hidrogênio

Galoza MOG. Fracture resistance and evaluation dentin microhardness of endodontically treated teeth submitted to a various protocols of intracoronal dental bleaching [dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2014.

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the effect of the hydrogen peroxide and the carmine red pigment (CR) at 3:1 and 1:1 ratio, on the fracture resistance and dentin microhardness of bovine teeth submitted to tooth bleaching. Forty endodontically treated incisors were subjected to bleaching and divided into: G1(WHP3): 35% HP with CR (Whiteness HP) at 3:1 ratio; G2(WHP1) : 35% HP (Whiteness HP) with CR at 1:1 ratio ; G3(OPA): 38% HP (Opalescence Boost) e G4(CT): control group. Three bleaching sessions were performed with an interval of 7 days between them; the bleaching gel was applied to the buccal surface and placed inside the pulp chamber. 7 days after from the last bleaching session, the teeth were submitted to the fracture resistance test at the testing machine. Similar bleaching protocols were used in other identical groups to assess the reduction of dentin microhardness. The microhardness was measured, using knoop microhardness, before and after 4 sessions of bleaching protocols. G2 presented lower fracture resistance than G4 ($p < 0.05$), but similar to G1 and G3 ($P > 0.05$). The dentin microhardness reduction was similar among the groups. Hydrogen peroxide and pigment at 1:1 ratio caused fracture resistance reduction, when compared to control group, but did not influence on dentin microhardness.

Keywords: tooth bleaching, fracture, hydrogen peroxide.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 PROPOSIÇÃO	12
3 CAPÍTULO 1	13
4 CAPÍTULO 2	30
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
6 CONCLUSÃO	49
REFERÊNCIAS	50

1 INTRODUÇÃO

A busca pela estética atualmente na Odontologia é cada vez mais difundida. Facetas laminadas e clareamento dental são exemplos disso. AS facetas laminadas requerem desgastes nas estruturas dentinárias, já o clareamento dental é um tratamento mais conservador e muito discutido. Equilibrar a recuperação da estética do sorriso e técnicas que preservem a maior quantidade de tecido dental é um grande desafio.

A cor dos dentes está relacionada com uma alteração na estrutura de esmalte, dentina ou polpa coronal que interferem na interação da superfície dental e a luz (Plotin et al.²³, 2008). As manchas extrínsecas ocorrem por pigmentos provenientes da alimentação, como, café, chás, bebidas com corantes, vinho e outros. Já alterações intrínsecas, ocorrem por traumas e tratamentos endodônticos, mas também podem ocorrer por alterações do desenvolvimento, uso de tetraciclina e fluorose. Os dentes tratados endodonticamente, podem ficar com a cor alterada, devido a hemorragias internas, abertura coronária inadequada favorecendo a permanência de tecidos em decomposição, materiais cromóforos e restos de obturadores endodônticos dentro da câmara pulpar (Carrasco et al.¹¹, 2007). Dentro deste quadro o clareamento dental intra-coronário se torna uma escolha conservativa, para otimizar a estética relacionada a dentes não vitais (Matsumura et al.²¹, 2006).

A técnica de clareamento dental, consiste na aplicação de um peróxido, que pode ser o de carbamida em baixas concentrações, entre 7 a 16%, para o uso caseiro, onde o próprio paciente faz a sua administração, ou o de hidrogênio em concentrações que variam de 5% a 40%, e seu uso está

estritamente relacionado ao consultório odontológico sob supervisão de um Dentista.

O clareamento intracoronário consiste no tratamento conservador em situações aonde ocorreu o escurecimento da coroa de dentes tratados endodonticamente (Attin et al.¹, 2003). Atualmente, os agentes clareadores comumente utilizados são os que atuam por reação de oxiredução, principalmente o peróxido de hidrogênio (H_2O_2), em diversas concentrações ou combinações que promovam a sua liberação, tais como o perborato de sódio (SP) ou peróxido de carbamida (CP), empregados isoladamente ou combinados com outras substâncias (Attin et al.¹, 2003; Azevedo et al.⁴, 2011).

O processo químico de clareamento dentário ocorre por meio de uma reação na qual a quantidade de pigmentos removidos dos dentes é proporcional ao tempo de exposição do esmalte e dentina ao agente de clareamento, no limite de tempo pré-estabelecido para a manutenção da saúde das estruturas dentárias (Baratieri et al.⁶, 2001). Uma das modalidades de clareamento usadas com maior frequência é o realizado em consultório. Nesta modalidade, o Dentista utiliza um gel de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) em uma concentração elevada, em torno de 35%, que é aplicado nos dentes durante um período de 15 a 60 minutos. O H_2O_2 é transparente e tem um odor característico, não é inflamável e é miscível em água (H_2O). O gel a 35% (m/v) é constituído por 35% de H_2O_2 e 65% de H_2O . O teor de oxigênio ativo nesta solução é igual a 16,5% (m/v) (Shumb et al.²⁶, 1955). Sua decomposição libera radicais livres com alta capacidade oxidante (Torres et al.²⁸, 2007). Devido a esta característica e a permeabilidade dos tecidos dentais, esses radicais produzem a divisão dos pigmentos presentes no interior da estrutura dental e

desnaturação das proteínas, facilitando a movimentação dos íons entre esmalte e dentina, o que resulta na etapa de clareamento.

O peróxido de hidrogênio em altas concentrações é cáustico, agressivo aos tecidos bucais, podendo liberar radicais livres (Baik et al.⁵, 2001). Em função de seu baixo peso molecular, pode penetrar na dentina e liberar oxigênio no interior dos túbulos dentinários, proporcionando o clareamento das coroas dentais (Baik et al.⁵, 2001).

A efetividade da catálise física também é similar à química, quando utilizado o peróxido de hidrogênio a 35% associado com pigmento de coloração avermelhada (Lima et al.²⁰, 2002). Este agente clareador quando irradiado com luz halógena ou LED-laser incrementa a perda de cálcio do esmalte das coroas dentárias (Berger et al.⁸, 2010). Porém a catálise química também reduz a microdureza, aumentando a rugosidade e altera a morfologia da estrutura da superfície do esmalte dental (Pinto et al.²², 2004).

A proporção deste pigmento avermelhado em relação ao peróxido de hidrogênio também vem sendo estudada, pois não existe nenhuma padronização da quantidade destes pigmentos na formulação dos géis clareadores (Edeniz et al.¹⁵, 2005). O que se pode imaginar é que quanto mais pigmentos, maior absorção de luz, o que pode melhorar o resultado do clareamento dental (Torres et al.²⁸, 2007).

Apesar dos diversos agentes clareadores descritos serem rotineiramente utilizados em clínica odontológica, há controvérsia de qual protocolo ocasiona possíveis efeitos deletérios, principalmente em relação à redução da resistência das coroas dentais à fratura (Baik et al.⁵, 2001; Caneppele et al.⁹, 2010).

2 PROPOSIÇÃO

Os objetivos do presente estudo foram:

2.1 Avaliar a resistência à fratura de dentes bovinos tratados endodonticamente após serem submetidos ao clareamento interno, utilizando diferentes protocolos de tratamento com o peróxido de hidrogênio a 38% (Opalescence Boost), peróxido de hidrogênio a 35% (Whiteness HP) associado ao corante vermelho carmim, nas respectivas proporções de 3:1 ou 1:1.

2.2 Avaliar os efeitos sobre a microdureza da dentina da câmara pulpar de dentes bovinos tratados após serem submetidos ao clareamento interno, utilizando diferentes protocolos de tratamento com o peróxido de hidrogênio a 38% (Opalescence Boost), peróxido de hidrogênio a 35% (Whiteness HP) associado ao corante vermelho carmim, nas respectivas proporções de 3:1 ou 1:1.

3 CAPÍTULO 1

Efeitos da proporção do pigmento em relação ao peróxido de hidrogênio sobre a resistência à fratura de dentes com tratamento endodôntico*

**Elaborado de acordo com as normas do Brazilian Dental Journal*

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do clareamento dental interno sobre a resistência à fratura de dentes bovinos extraídos utilizando o peróxido de hidrogênio (HP) a 35% com o pigmento vermelho carmim (VC), nas proporções de 3:1 ou 1:1. Após o tratamento endodôntico, quarenta incisivos foram divididos em 4 grupos (n=10) e submetidos ao clareamento dental com: G1(WHP3) - HP a 35% com VC (Whiteness HP), na proporção de 3:1; G2(WHP1) - HP a 35% (Whiteness HP), com VC, na proporção de 1:1; G3(OPA) - HP a 38% (Opalescence Boost) e G4(CT) - não clareado. O clareamento foi realizado em 3 sessões, com intervalos de 7 dias, sendo o gel aplicado 3 vezes a cada sessão e mantido sobre o substrato dental, tanto no interior da câmara pulpar como externamente, por 15 min em G1 e G2 e por 10 min no G3. No G4, o dente foi apenas restaurado com resina composta. Entre as sessões, os dentes permaneceram em saliva artificial. Após 7 dias da última sessão de clareamento, os dentes foram restaurados identicamente ao G4 e submetidos ao teste de resistência à fratura em máquina de ensaio eletromecânica. A resistência à fratura do G2 foi inferior à do G4 ($p < 0,05$), porém semelhante a do G1 e G3 ($p > 0,05$). A resistência à fratura de G2 e G3 foram semelhantes aos demais grupos ($p > 0,05$). Apenas a proporção de 1:1, do peróxido de hidrogênio e pigmento reduziu a resistência dental à fratura, quando comparado ao dente não clareado.

Descritores: clareamento dental; fratura; peróxido de hidrogênio

INTRODUÇÃO

O clareamento interno está recomendado para situações onde ocorreu a descoloração da coroa dental após o tratamento dos canais radiculares, com o objetivo de restabelecer as funções estéticas e funcionais do dente acometido, sem a necessidade de preparo protético prévio (1). Os agentes clareadores atuam por reação de oxi-redução, sendo o peróxido de hidrogênio e/ou seus derivados (H_2O_2) os comumente indicados para tais fins.

O peróxido de hidrogênio é utilizado como material clareador em concentrações que variam de 5% a 40% (1,2). Em altas concentrações é cáustico, agressivo aos tecidos bucais e durante o processo de clareamento dental há liberação de radicais livres, sendo que a catálise destes peróxidos pode ser proporcionada com métodos químicos ou através de fotoativação (3 - 5).

O peróxido de hidrogênio a 38%, fotoativado com LED/Laser, tem sido recomendado para a recuperação da coloração da coroa dental de dentes tratados endodonticamente. Mas após a segunda sessão de clareamento é observada uma redução da resistência da coroa à fratura, possivelmente devido ao processo da catálise dos peróxidos, o que o torna um fator limitante ao seu uso (6,7).

Com a finalidade de favorecer a reação química que envolve o peróxido de hidrogênio, ocasionando o menor dano possível à estrutura dental, pigmentos são incorporados aos géis clareadores (8-11). A efetividade do agente clareador contendo o pigmento na coloração vermelha é similar à proporcionada pela fotoativação (12).

Porém o processo de catálise do peróxido de hidrogênio ocasiona a perda de minerais da estrutura dental, principalmente o íon cálcio (13). Simultaneamente também reduz a microdureza, aumenta a rugosidade e altera a morfologia da estrutura da superfície do esmalte (14). Sendo assim, o ideal é que se tenha um controle sobre a intensidade da catálise, proporcionada pela quantidade de pigmentos incorporados no agente clareador, a fim de evitar danos ao dente, sendo a redução da resistência dental à fratura sua principal consequência (15,16).

A quantidade de pigmentos na formulação dos géis clareadores é padronizada, mas ainda é questionável qual é a proporção ideal para que ocorra a catálise do peróxido de hidrogênio, de um modo seguro (10). No entanto é sabido que há uma relação direta entre a maior fotossensibilização e consequentemente melhora na efetividade do agente clareador, com a concentração do pigmento nos géis clareadores, sendo recomendada a proporção de peróxido de hidrogênio e pigmento de 1:1, ao invés da relação 3:1 (10).

Entretanto, são escassos os estudos comparativos entre os protocolos anteriormente descritos, principalmente com relação à alteração na proporção de pigmento em relação ao peróxido de hidrogênio. Por outro lado, também são desconhecidos seus efeitos sobre a resistência dos dentes tratados endodonticamente.

O objetivo do presente estudo foi verificar os efeitos sobre a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente, submetidos a protocolos de clareamento utilizando o peróxido de hidrogênio a 35% incorporado com

pigmento (vermelho carmim), na proporção de 3:1 ou 1:1, em comparação ao peróxido de hidrogênio a 38% (Opalescence Boost). A hipótese nula foi de que os protocolos de clareamento interno, com diferentes proporções do peróxido de hidrogênio com o pigmento catalisador, não alterou a resistência à fratura dental de dentes tratados endodonticamente.

MATERIAL E MÉTODO

Quarenta incisivos centrais bovinos extraídos e com anatomia coronária e radicular semelhantes, confirmado através de análise radiográfica, foram selecionados, armazenados em solução de timol a 0,1% e conservados em temperatura de 4°C até o momento de uso. Após serem lavados e permanecerem imersos por 24 horas em água destilada, foram examinados em estereomicroscópio (Leica Microsystems, Wetzlar, Germany), com aumento de 20X, a fim de excluir dentes com linhas de fratura ou fissuras. Para prevenir a desidratação, os dentes foram armazenados em água destilada até o momento de uso.

Após o acesso à câmara pulpar com uma ponta diamantada esférica 1014 (KG Sorensen, Cotia, SP, Brasil), a extensão do acesso coronário foi padronizado ao equivalente do diâmetro da broca esférica de aço 12. Na sequência, os canais radiculares foram preparados pela técnica crown-down (17), utilizando limas K-files (Mailefer, Ballaigues, Switzerland) e hipoclorito de sódio a 2,5% (Rioquímica, São José do Rio Preto, SP, BR)

Os espécimes foram ampliados até a lima K-file #80, seguida de irrigação final com 3 mL de EDTA a 17% (Biodinâmica, Ibioporã, PR, Brasil), mantido no interior dos canais radiculares por 3 minutos. Após este período, os

canais radiculares foram irrigados com 10 mL de água destilada e secos com pontas de papel absorvente (Dentsply-Herpo, Petrópolis, RJ, Brasil). Estando os canais radiculares devidamente preparados, foram obturados com gutapercha (Dentsply Ind Com Ltda, Petrópolis, RJ, Brasil) e o cimento AH Plus (Dentsply De Trey, Konstanz, Germany). Radiografias foram realizadas para verificar a qualidade da obturação.

Um condensador aquecido foi utilizado para remover 3 mm da gutapercha do canal radicular e uma barreira cervical com ionômero de vidro *self-cured* (Maxxion R A3; FGM Produtos Odontológicos Ltda., Joinville, SC, Brasil) foi realizada no nível da junção cimento-esmalte. Uma bolinha de algodão foi colocada na câmara pulpar e a abertura coronária vedada com cimento provisório (Villevie; Dentalville do Brasil LTDA, Joenvile, SC, Brasil) e os dentes mantidos imersos em saliva artificial (Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto-USP, Ribeirão Preto, SP, Brasil), por 1 dia.

Na sequência, as raízes foram incluídas em resina poliéster (Maxi Rubber, São Paulo, SP, Brasil), até a junção cimento-esmalte, utilizando uma matriz plástica (16,5 mm de diâmetro interno x 20,0 mm de comprimento). Todos os espécimes permaneceram intactos por 24 horas até a completa polimerização da resina (16)

Após este período, a restauração temporária foi removida e a câmara pulpar irrigada com 2,5 mL de hipoclorito de sódio a 2,5% e 2,5 mL de água destilada. O ácido fosfórico a 37% (Condac 37; FGM Produtos Odontológicos Ltda., Joinville, SC, Brasil) foi aplicado na dentina por 15 segundos, lavado com água destilada por 30 segundos (16).

s dentes foram então distribuídos em quatro grupos (n = 10, cada), de acordo com o protocolo utilizado para o clareamento das coroas dentais. Todos os produtos foram manipulados conforme instruções dos fabricantes. No G1(WHP3) - HP a 35% com VC (Whiteness HP), na proporção de 3:1, o gel clareador foi aplicada em toda a estrutura dental, tanto externamente como no interior da câmara pulpar, mantido no local por 15 minutos e reaplicado por mais duas vezes com o mesmo tempo e depois removido apenas por aspiração absoluta. Concluída a sessão de clareamento, o dente foi lavado com água destilada e secado com jatos de ar. O acesso coronário foi vedado com material restaurador provisório (Villevie; Dentalville do Brasil LTDA, Joenville, SC, Brasil) e mantendo apenas uma bolinha de algodão na câmara pulpar. Idênticas sessões de tratamentos foram repetidas com 7, 14 e 21 dias.

No G2(WHP1) - HP a 35% (Whiteness HP), com VC, na proporção de 1:1, o gel clareador foi aplicado e utilizado identicamente ao descrito em G1, porém utilizando a proporção do peróxido de hidrogênio com o pigmento, na relação de 1:1. No G3(OPA) - HP a 38% (Opalescence Boost; Ultradent, South Jordan, UT, USA), considerado como controle positivo, o produto foi aplicado tanto na face vestibular, lingual da coroa dental e no interior da câmara pulpar, mantido por 10 minutos. Após a aspiração do gel, foram realizadas mais duas aplicações adicionais de 10 minutos. Após a sessão de clareamento, foram realizados os mesmos procedimentos e tempos descritos no G1.

No G4(CT) - restaurado, sendo considerado como controle negativo, foi restaurado com resina composta (Charisma; Heraeus Kulzer, São Paulo, SP, Brasil). Inicialmente, na dentina da câmara pulpar foi aplicado o ácido fosfórico

a 37% (Condac 37, FGM, Produtos Odontológicos Ltda., Joinville, SC, Brazil), por 15 segundos, lavado por 30 segundos e seca com discretos jatos de ar e papel absorvente. Imediatamente após, o “primer” (Adaper Scotchbond Multipurpose; 3M ESPE, Sumaré, SP, Brasil) foi aplicado sobre toda a superfície condicionada utilizando um microbrush (KG Sorensen; Cotia, SP, Brasil) e homogeneizado com discretos jatos de ar. Na sequência foi aplicado o “bond” (Adaper Scotchbond Multipurpose; 3M ESPE, Sumaré, SP, Brasil) e fotoativado por 20 segundos (Bluephase; Ivoclar Vivadent Ltda, Barueri, SP, Brasil). A cavidade foi então restaurada com resina composta (Charisma; Heraeus Kulzer, São Paulo, SP, Brasil).

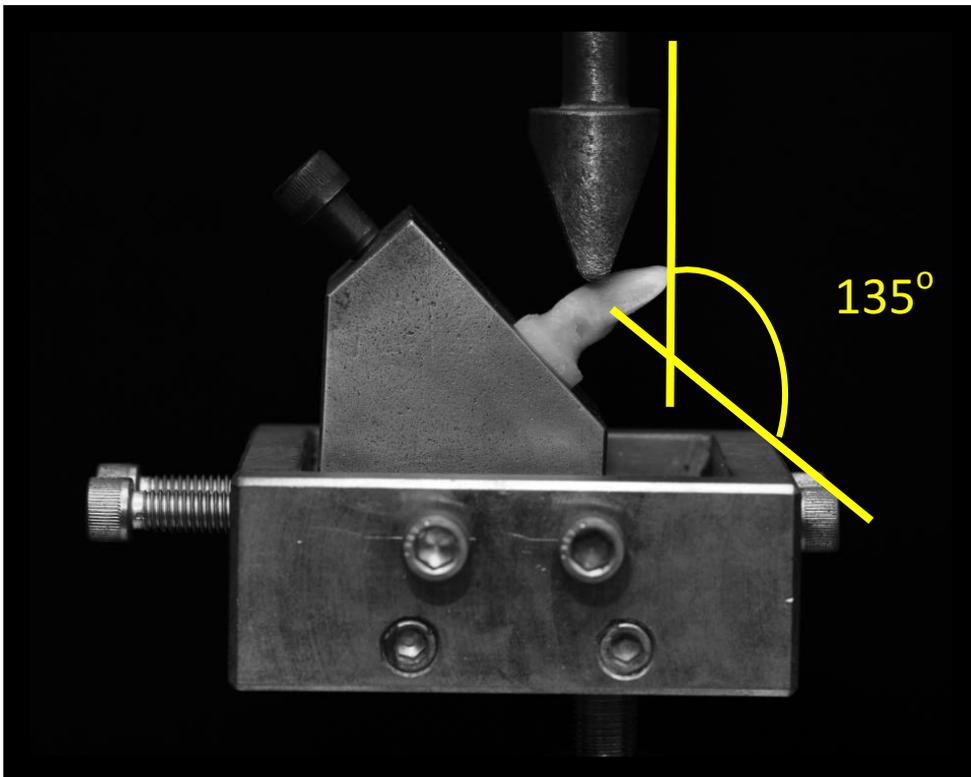
Os dentes dos demais grupos (G1, G2 e G3), após 7 dias do término do protocolo de tratamento, também foram restaurados de forma idêntica ao anteriormente descrito (G4). Os dentes foram mantidos em saliva artificial, em uma temperatura de 36°C, e após foram submetidos ao teste de resistência à fratura.

Quadro 1 – Distribuição dos grupos

Grupo (n=10)	Clareador	Peróxido de hidrogênio	Proporção
G1	Whiteness HP	35%	3:1
G2	Whiteness HP	35%	1:1
G3	Opalescence Boost	38%	-
G4	Não clareados	-	-

Os espécimes foram posicionados em uma base fixa, de tal forma que a força incidente ocorresse em 135° em relação ao longo eixo radicular (figura 1), submetidos ao teste de resistência à fratura, com velocidade de 0,5 mm/min, em máquina de ensaios mecânicos (EMIC DL 2000; São José dos Pinhais, PR, Brasil) (16). A última força requerida para ocorrer à fratura da coroa dos dentes foi estabelecida e os dados obtidos apresentaram normalidade e foram avaliados através dos testes de ANOVA a 1 critério e Tukey, com nível de significância a 5%.

Figura 1 – Posição do corpo de prova em relação a força incidente para que ocorra a fratura.



RESULTADO

A média e desvio padrão da força necessária (em kN) para ocorrer a fratura dental em cada grupo estão descritas na tabela 1. A ANOVA revelou significativa diferença entre os grupos ($p < 0,05$). Os dentes não clareados e imediatamente restaurados (grupo controle negativo) demonstraram o maior valor de resistência à fratura, ao passo que, os submetidos ao clareamento intracoronário com o peróxido de hidrogênio a 35% agregado de pigmento vermelho carmim, na proporção de 1:1, apresentam os menores valores de resistência à fratura. Entre estes dois grupos houve diferença estatística significativa ($p < 0,05$). Os dentes submetidos ao clareamento com peróxido de hidrogênio a 35% agregado de pigmento vermelho carmim, na respectiva proporção de 3:1, e o peróxido de hidrogênio a 38% (Opalescence Boost) apresentaram valores intermediários de resistência à fratura, porém não diferiram com os demais grupos controle, tanto positivo como negativo ($p > 0,05$).

Tabela 1. Média e desvio padrão da força requerida (kN) para fraturar os dentes em cada grupo.

Grupos	Média (desvio padrão)
Dentes não clareados e restaurados - G4	0,69 (0,11) ^a
Peróxido de hidrogênio 35% (3:1) - G1	0,62 (0,17) ^{ab}
Peróxido de hidrogênio 38% - G3	0,51 (0,18) ^{ab}
Peróxido de hidrogênio 35% - (1:1) - G2	0,46 (0,14) ^b

^{a,b} Letras diferentes indicam diferenças estatísticas significantes ($p < 0,05$).

DISCUSSÃO

O protocolo de clareamento interno utilizando o peróxido de hidrogênio a 35% com o pigmento vermelho carmim, somente na proporção de 1:1, ocasionou redução de resistência à fratura dental em relação aos dentes não clareados, com tratamento endodôntico e restaurados com resina composta. Portanto, a hipótese nula foi parcialmente rejeitada, uma vez não somente houve efeitos negativos na proporção de 1:1 de peróxido de hidrogênio e pigmento, uma vez que a de 3:1 não diferiu dos demais grupos.

Agentes clareadores contendo peróxido de hidrogênio em alta concentração podem ocasionar desmineralização e alteração dos componentes orgânicos e inorgânicos da estrutura dental, reduzindo a microdureza e módulo de elasticidade da dentina (18-22). É de se esperar que estas alterações morfológicas e químicas pudessem comprometer a integridade do dente envolvido no protocolo de clareamento com o peróxido de hidrogênio, prejudicando a resistência à fratura.

Entretanto, se tem demonstrado que dentes com tratamento endodôntico submetidos ao clareamento interno apresentam idêntica resistência à fratura aos dos dentes não clareados (23), exceto se o perborato ou percarbonato de sódio associado com peróxido de hidrogênio for mantido no interior da câmara pulpar (16). Tais resultados coincidem com os obtidos no presente estudo, com exceção ao G2.

Após o término do clareamento interno todos os dentes foram restaurados com resina composta, o que pode ter contribuído para que ocorresse a similaridade de resultados entre G1 e G3 com o grupo controle

negativo (G4), uma vez que os procedimentos restauradores com resina composta restabelecem a resistência dental à fratura dos dentes tratados endodonticamente e submetidos ao clareamento interno (24).

Portanto, se os protocolos de clareamento usualmente empregados não exerceram efeitos negativos sobre a resistência dental à fratura com exceção ao G2, provavelmente a redução da resistência observada neste grupo pode estar relacionada à maior concentração do pigmento de cor vermelha no gel clareador.

Quando o pigmento de cor vermelha é adicionado em dobro ou triplo da concentração presente no gel clareador e fotoativado com LED/Laser, ocorre maior efetividade no clareamento dental (10). Ainda que esta conduta ocasione aumento no volume final do agente clareador, pela maior adição da quantidade de pigmento incorporado ao gel, proporcionando maior diluição da concentração do peróxido de hidrogênio, a temperatura final no gel é incrementada, sugerindo uma maior catálise química local (25).

Tal fato pode explicar o que provavelmente tenha ocorrido no G2, aonde a relação de peróxido de hidrogênio e pigmento foi de 1:1. O calor é um dos fatores maléficos para os componentes orgânicos e inorgânicos da dentina (18,22). A relação de 1:1 ocasiona uma elevação da temperatura do gel gerando maior catálise do peróxido de hidrogênio, o que justificaria a sua maior efetividade clínica (10,25), porém com o contratempo de ocasionar maiores danos à dentina, repercutindo uma redução da resistência dental à fratura, mesmo após os procedimentos restauradores com resina composta.

Entretanto, os resultados semelhantes de G4 com G1 e G3 é explicado pelo fato de que eles tenham ocasionado algum efeito deletério sobre a dentina, porém não o suficiente para proporcionar uma significativa redução da resistência à fratura e/ou também estar relacionado à quantidade amostral do estudo em cada grupo, uma vez que é perceptível uma progressiva redução na resistência dental à fratura.

Sendo assim, é possível concluir que o protocolo de clareamento interno utilizando o peróxido de hidrogênio a 35% com o pigmento vermelho carmim, na proporção de 1:1 reduziu a resistência à fratura dental dos tratados endodonticamente e posteriormente restaurados com resina composta.

REFERÊNCIAS

1. Attin T, Paque F, Ajam F, Lennon AM. Review of the current status of tooth whitening with the walking bleach technique. *Int Endod J* 2003;36: 313-29.
2. Chng HK, Yap AU, Wattanapayungkul P, Sim CP. Effect of traditional and alternative intracoronal bleaching agents on microhardness of human dentine. *J Oral Rehab* 2004; 31:811-6.
3. Plotino G, Buono L, Grande NM, Pameijer CH, Somma F (2008) Nonvital tooth bleaching: a review of the literature and clinical procedures. *J Endod* 2008;34:394-407.
4. Hardman PK, Moore DL, Petteway GH. Stability of hydrogen peroxide as a bleaching agent. *Gen Dent* 1985;33:121-2.

5. Chen JH, Xu JW, Shing CX. Decomposition rate of hydrogen peroxide bleaching agents under various chemical and physical conditions. *J Prosthet Dent* 1993;69:46-8.
6. Pobbe POS, Viapiana R, Souza-Gabriel AE, Marchesan MA, Sousa-Neto MD, Silva-Sousa YTC, Silva RG. Coronal resistance to fracture of endodontically treated teeth submitted to light-activated bleaching. *J Dent* 2008;36:935-9.
7. Coelho RA, Oliveira AG, Souza-Gabriel AE, Silva SRC, Silva-Sousa YTC, Silva RG. Ex-vivo Evaluation of the intrapulpal temperature variation and fracture strength in teeth subjected to different external bleaching protocols. *Braz Dent J* 2011;22:32-6.
8. Watts A, Addy M. Tooth discolouration and staining: a review of the literature. *Br Dent J* 2001;190:309-16.
9. Baik JW, Rueggeberg FA, Liewehr FR. Effect of light-enhanced bleaching on in vitro surface and intrapulpal temperature rise. *J Esthet Restor Dent* 2001;13:370-8.
10. Torres CRG, Batista GR, César PD, Barcellos DC, Pucci CR, Borges AB. Influence the quantity of coloring with LED/LASER appliances on bleaching efficiency. *Eur J Esthet Dent* 2009;4:178-86.

11. Caneppele TM, Torres CRG, Chung A, Goto EH, Lekevicius SC. Effect of photochemical bleaching gel with and without TiO₂ and different wavelengths. *Braz J Oral Sci* 2010;9:393-7.
12. Lima DA, Aguiar FH, Liporoni PC, Munin E, Ambrosano GM, Lovadino JR. Influence of chemical or physical catalysts on high concentration bleaching agents. *Eur J Esthet Dent* 2022;6:454-66.
13. Berger SB, Cavalli V, Martin AA, Soares LE, Arruda MA, Brancalion ML, Giannini M. Effects of combined use of light irradiation and 35% hydrogen peroxide for dental bleaching on human enamel mineral content. *Photomed Laser Sur* 2010;28:533-8.
14. Pinto CF, Oliveira R, Cavalli V, Giannini M. Peroxide bleaching agent effects on enamel surface microhardness, roughness and morphology. *Braz Oral Res* 2004;18:306-11.
15. Bonfante G, Kaizer OB, Pegoraro LF, Valle AL. 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;14:247-52.
16. Kuga MC, Reis JMSN, Fabrício S, Bonetti-Filho I, Campos EA, Faria G. Fracture strength of incisor crowns after intracoronal bleaching with sodium percarbonate. *Dent Traumatol* 2012;28:238-42.
17. Morgan LF, Montgomery S. An evaluation of the crown-down pressureless technique. *J Endod* 1984;10:491-8.

18. Al-Salehi SK, Wood DJ, Hatton PV. The effect of 24 h non-stop hydrogen peroxide concentration on bovine enamel and dentine mineral content and microhardness. *J Dent* 2007; 35:845-50.
19. Kawamoto K, Tsujimoto Y. Effects of the hydroxyl radical and hydrogen peroxide on tooth bleaching. *J Endod* 2004;30:45-50.
20. Carrasco LD, Fröner IC, Corona SAM, Pécora JD. Effect of internal bleaching agents on dentinal permeability of non-vital teeth: quantitative assessment. *Dental Traumatol* 2003;19:85-9.
21. Oliveira DP, Teixeira ECN, Ferraz CCR, Teixeira FB. Effect of intracoronal bleaching agents on dentin microhardness *J Endod* 2007;33:460-2.
22. Tam LE, Kuo VY, Noroozi A. Effect of prolonged direct and indirect peroxide bleaching and fracture toughness of human dentin. *J Esthet Rest Dent* 2007;19:100-9
23. Azevedo RA, Silva-Sousa YTC, Souza-Gabriel AE, Messias DCF, Alfredo E, Silva RG. Fracture resistance of teeth subjected to internal bleaching and restored with different procedures. *Braz Dent J* 2011;22:117-21.
24. Roberto AR, Sousa-Neto MD, Viapiana R, Giovani AR, Souza Filho CB, Paulino SM, Silva-Sousa YT. Effect of different restorative procedures on the fracture resistance of teeth submitted to internal bleaching. *Braz Oral Res.* 2012; 26:77-82.

25. Zamboni SC, Castanho GM, Torres CR, Nogueira L Jr, Borges AB, Bottino MA. Influence of the coloring agent concentration on bleaching gel and pulp chamber temperatures during dental bleaching. *Gen Dent.* 2010; 58:e36-41.

4 CAPÍTULO 2

Efeitos da proporção do pigmento em relação ao peróxido de hidrogênio sobre a microdureza dentinária*

**Elaborado de acordo com as normas do Dental Traumatology*

RESUMO

Objetivos O objetivo deste estudo foi avaliar a microdureza (em Knoop) da dentina submetida ao protocolo de clareamento dental utilizando o peróxido de hidrogênio (HP) a 35% com o pigmento vermelho carmim (VC), nas proporções de 3:1 ou 1:1. *Materiais e métodos* Após o preparo dos corpos de prova e mensuração da microdureza inicial (em Knoop), sessenta espécimes de dentina de dentes bovinos foram aleatoriamente divididas (n=15) e expostas a um dos seguintes protocolos de clareamento: G1(WHP3) - HP a 35% com VC (Whiteness HP), na proporção de 3:1; G2(WHP1) - HP a 35% com VC (Whiteness HP), na proporção de 1:1; G3(OPA) - HP a 38% (Opalescence Boost) e G4(CT) - não clareado. Após 4 sessões de clareamento, com intervalos de 7 dias, uma nova mensuração da microdureza foi realizada. A diferença entre o valor inicial e final foi obtida e transformada em porcentagem de redução da microdureza. Os dados foram submetidos ao teste de Kruskal Wallis, ($p=0.05$). *Resultados* Todos os protocolos de clareamento proporcionaram redução da microdureza dentinária, porém os diversos protocolos de clareamento dental não diferiram entre si e da dentina não clareada ($p>0,05$). *Conclusão* A utilização dos protocolos de clareamento dental utilizando o peróxido de hidrogênio a 35% com o pigmento vermelho carmim, nas proporções de 3:1 ou 1:1, não ocasionou significativa redução da microdureza dentinária.

Palavras-chave: clareamento dental; microdureza; peróxido de hidrogênio.

INTRODUÇÃO

Atualmente a preocupação dos pacientes pela estética bucal está em evidência. Com isso, técnicas que preservam a estrutura dental com satisfatórios resultados estéticos têm sido preferidas aos recursos mais invasivos.

A descoloração de coroas de dentes tratados endodonticamente é uma das queixas principais que levam os pacientes a requererem um tratamento estético. A alteração de cor das coroas dentais podem ter causas extrínsecas ou intrínsecas (1). Essa descoloração ocorre em virtude da decomposição tecidual intrapulpar, hemorragia pulpar, medicamentos intracanal utilizados entre sessões e/ou presença de materiais de obturação na dentina da coroa dental (1-3).

Há diversos métodos para a recuperação estética das coroas com alterações cromáticas, sendo o clareamento dental um dos mais conservadores, simples e de baixo custo (1,4,5). O peróxido de hidrogênio e o peróxido de carbamida são os mais utilizados na Dentística (1,2,6).

O gel de peróxido de hidrogênio é transparente, não é inflamável e é miscível em água. Uma solução a 35% (m/v) contém 35% de peróxido de hidrogênio e 65% de água, sendo que o oxigênio ativo contido nesta solução é ao redor de 16,5% (m/v) (1,2). O mecanismo de ação dos peróxidos consiste na reação de oxidação com a liberação de radicais livres que proporcionam a clarificação de tecidos escurecidos dentro das estruturas dentais (1,7).

Para acelerar a reação química, diferentes recursos têm sido incorporados aos materiais clareadores e/ou técnicas de clareamento, tais como pigmentos (vermelhos, principalmente) ou fontes de luz, como lâmpadas azul halógenas, plasma, LED (light-emitting diode), laser CO₂ ou radiação ultravioleta (8-11). Para incrementar a interação da luz visível com o gel clareador, há a incorporação de pigmentos em sua composição, a qual tem cores capazes de promover a máxima absorção desta luz e convertê-la em calor (12). Porém, não há uma padronização na quantidade de pigmento presente nas formulações para clareamento dental.

Isto sugere que a eficácia do gel clareador seria maior tanto quanto também maior for a concentração do pigmento em sua formulação. Tanto é que, ao utilizar a concentração de 3:2 ou 3:3 de clareador: pigmento, o efeito clareador é significativamente maior quando comparado ao gel sem pigmento, uma vez que não ocorre quando a relação é de apenas 3:1 (concentração padrão) (12).

Ainda que o clareamento de dentes tratados endodonticamente proporcionem satisfatórios resultados estéticos, diversos estudos apontam que ao serem utilizados na câmara pulpar podem ocasionar efeitos indesejáveis sobre os tecidos duros subjacentes (4,7,11). Particularmente, a redução da microdureza dentinária tem sido descrita como uma consequência dos procedimentos clareadores (7).

São escassos os estudos que avaliem os efeitos sobre a microdureza da superfície da dentina da câmara pulpar após a utilização dos novos

protocolos de clareamento utilizando diferentes proporções de pigmentos agregados ao gel clareador.

O objetivo do presente estudo foi verificar os efeitos sobre a microdureza da dentina da câmara pulpar de dentes bovinos submetidos a protocolos de clareamento utilizando o peróxido de hidrogênio a 35% incorporado com pigmento (vermelho carmim), na proporção de 3:1 ou 1:1, em comparação ao peróxido de hidrogênio a 38% (Opalescence Boost). A hipótese nula foi de que os protocolos de clareamento interno, com diferentes proporções do peróxido de hidrogênio com o pigmento catalisador, não possuam efeitos significativos na redução da microdureza dentinária.

MATERIAL E MÉTODO

Sessenta incisivos bovinos, recentemente extraídos foram coletados, limpos e armazenados em solução de timol a 0.1%, na temperatura de 4°C, até o momento de serem utilizados. Na sequência, os dentes foram lavados em água corrente por 24 horas para eliminar resíduos do timol. Todos os dentes foram examinados em um aumento de 20X, em estereomicroscópio (Leica Microsystems, Wetzlar, Germany), para descartar aqueles com defeitos estruturais, anomalias anatômicas ou alterações patológicas. Os dentes foram selecionados baseados em suas semelhanças dimensionais e morfológicas.

Após o acesso coronário, a superfície dentinária da câmara pulpar foi contaminada com cimento endodôntico contendo resina epóxi (AH Plus; Dentsply De Trey, Konstanz, Germany), que foi espalhado por toda a dentina da câmara pulpar, mantido por 15 minutos e limpas com cotonete de algodão

embebido em solução de etanol (Farmax Dist. Quim., Divinópolis, MG, BR). Os espécimes foram então mantidos intactos a 37°C, em umidade a 99%, por 7 dias.

Na sequência, as coroas dentais foram seccionadas ao nível da junção cimento-esmalte e depois no sentido vestibulo-lingual, em máquina corte de tecidos duros, acoplada com um disco diamantado (Isomet; Buehler Ltd, Lake Bluff, IL, USA). Uma metade de cada coroa foi selecionada e montada em um dispositivo de silicone, com a face correspondente da dentina voltada para o fundo do recipiente, e preenchido com resina acrílica.

Na sequência, a superfície dentinária foi polida gradativamente utilizando lixas d'água (Norton, Lorena, SP, Brazil), de granulação decrescente de #300 a #1200 e polida com suspensão de óxido de alumínio (Profill; S.S. White, Rio de Janeiro, Brazil). Os espécimes foram lavados com água destilada após o polimento.

A microdureza da superfície dentinária inicial foi mensurada em cada espécime, a 100 µm da interface câmara pulpar-dentina, utilizando o microdurômetro Knoop (HNV2; Shimadzu, Tokyo, Japan), na face vestibular da câmara pulpar. Para cada corpo de prova, três identificações foram realizadas, distanciadas entre si em 200 µm. Uma carga de 10g foi aplicada por 20 segundos em cada espécime. O valor médio foi calculado a partir das três medidas obtidas.

Na sequência, os espécimes foram divididos em quatro grupos (n = 15), de acordo com o protocolo de clareamento dental: G1 (Whiteness HP; FGM, Joinville, BR), utilizado na proporção clareador:pigmento 3:1, sendo o gel utilizado em 3 aplicações de 15 minutos sobre a superfície da dentina exposta;

G2 (Whiteness HP; FGM, Joinville, BR), utilizado na proporção de gel clareador:pigmento de 1:1, aplicado identicamente ao G1; G3 (Opalescence Boost; Ultradent, South Lake, USA) após a ativação do produto, foi aplicado de forma idêntica ao G1, porém utilizado por 10 min em cada aplicação, sendo o controle positivo; G4 (controle negativo): dentina não clareada.

Quadro 2 - Distribuição dos grupos

Grupo (n=15)	Clareador	Peróxido de hidrogênio	de Proporção
G1	Whiteness HP	35%	3:1
G2	Whiteness HP	35%	1:1
G3	Opalescence Boost	38%	-
G4	Não clareados	-	-

Após cada sessão de clareamento, os espécimes foram irrigados com 5 mL de água destilada, secos com papel absorvente e conservados a 37°C, em 99% de umidade. No total foram realizadas 4 sessões de clareamento, com intervalos de 7 dias. Todos os materiais foram manipulados conforme instruções do fabricante.

Após a última sessão de clareamento, os espécimes foram aspirados e lavados com 5 mL de água destilada, secos com papel absorvente e imediatamente uma nova mensuração da microdureza da dentina foi realizada, identicamente à inicial, porém na face lingual da câmara pulpar. A diferença entre antes e após a conclusão dos protocolos de clareamento foi interpretada

como a redução da microdureza dentinária. A magnitude do valor da redução foi transformada em porcentagem. A porcentagem de redução da microdureza dentinária foi analisada através do teste de Kruskal Wallis, com nível de significância de 5%.

RESULTADO

Todos os protocolos de clareamento proporcionaram redução da microdureza dentinária, porém o percentual de redução da microdureza da dentina, após a aplicação dos diversos protocolos de tratamento, não diferiram entre si e do grupo controle negativo ($p > 0,05$).

A tabela 1 ilustra a mediana e valores do primeiro e terceiro quartil da redução da microdureza após três sessões de clareamento.

Tabela 1. Mediana e valores do primeiro e terceiro quartil do percentual de redução da microdureza da superfície dentinária.

	G1	G2	G3	G4
Mediana	22.7	25.9	29.2	21.4
Q1	19.2	16.7	23.8	15.7
Q3	27.9	33.6	41.0	27.5

* Não houve diferenças significantes entre os protocolos de clareamento dental ($p > 0,05$). G1(WHP3) - HP a 35% com VC (Whiteness HP), na proporção de 3:1; G2(WHP1) - HP a 35% (Whiteness HP), com VC, na proporção de 1:1;

G3(OPA) - HP a 38% (Opalescence Boost) e G4(CT) - dentina não clareada (controle negativo).

DISCUSSÃO

Este estudo demonstrou que os diferentes protocolos de clareamento reduziram a microdureza da superfície dentinária, porém não houve diferença significativa entre os diversos protocolos de clareamento interno e com a dentina não submetida aos protocolos de clareamento. A hipótese nula foi

ceita, pois os protocolos de clareamento interno não exerceram efeitos deletérios sobre a dentina da câmara pulpar.

A incorporação de pigmentos no agente clareador tem como finalidade incrementar a catalise da reação química do peróxido de hidrogênio, favorecendo o protocolo de clareamento dental (12,13). Os pigmentos atuam como filtros, absorvendo um ou mais comprimentos de ondas e refletindo outros. Para que isto ocorra, os pigmentos devem possuir a cor específica, conhecida como cor complementar (12,14,15).

No presente estudo, a redução da microdureza da dentina após o uso dos diferentes protocolos de clareamento dental não diferiram entre si e também do grupo controle negativo, apesar das diversas concentrações do peróxido de hidrogênio ser capaz de ocasionar a perda de minerais da dentina radicular e, por conseguinte, promover a redução da sua microdureza superficial (15-18).

Após a realização do acesso coronário, a dentina da câmara pulpar foi contaminada por um cimento endodôntico. O cimento utilizado para este fim foi um contendo resina epóxi (AH Plus) que possui a capacidade de penetração na

dentina em média de 894,54 μm (19). A mensuração da microdureza dentinária foi realizada a 100 μm da interface câmara pulpar-dentina, após 7 dias da contaminação desta dentina, circunstância em que o cimento endodôntico já tomou a presa final no interior da dentina (16,20,21).

A similaridade de resultados na redução da microdureza da dentina não clareada com as submetidas aos protocolos de clareamento pode estar relacionada a uma possível interferência dos resíduos deste cimento no momento da tomada dos dados, em função do local da identificação que coincide com uma provável região dentinária em que estão presentes resíduos do cimento endodôntico.

Há uma relação direta entre a concentração de pigmento e a do peróxido de hidrogênio presente no agente clareador, com a elevação da temperatura do gel e, por conseguinte, da eficácia do clareamento dental (12-14). Os protocolos de clareamento utilizados no presente estudo somente foram empregados com ativação química do gel clareador. Os estudos que apresentam efeitos deletérios à estrutura dental após o clareamento interno, tais como a redução da microdureza dentinária e da resistência dental à fratura e elevação da temperatura local, tanto do gel como da superfície dentária, usualmente estão relacionados com o uso de fotoativação, principalmente o sistema LED-Laser (10, 14, 15,17).

Em virtude da ativação do gel clareador ter sido essencialmente química, os efeitos negativos sobre a microdureza dentinária foram insignificantes, mesmo quando utilizado a proporção de 1:1, do peróxido de hidrogênio e o pigmento vermelho carmim. Por outro lado, os maiores danos à estrutura do dente tratado endodonticamente tende a ocorrer acentuadamente somente

após a segunda sessão de aplicação do peróxido de hidrogênio fotoativado com LED-Laser. Portanto, o fator tempo de aplicação do gel clareador, sem fotoativação e por apenas 3 sessões também contribui para a similaridades de resultados.

Sendo assim, estudos complementares ainda devem ser conduzidos a fim de desvendar e indicar a adequada proporção entre o peróxido de hidrogênio e o pigmento incorporado ao agente clareador, a fim de proporcionar uma efetiva recuperação da coloração da coroa de dentes tratados endodonticamente, sem ocasionar danos à estrutura dental.

Portanto, dentro das limitações do presente estudo, foi possível verificar que os protocolos de clareamento interno utilizando o peróxido de hidrogênio a 35% incorporado com pigmento (vermelho carmim), na proporção de 3:1 ou 1:11, não interferiram sobre microdureza da dentina da câmara pulpar.

Referências

1. Plotino G, Buono L, Grande NM, Pameijer CH, Somma F (2008) Nonvital tooth bleaching: a review of the literature and clinical procedures. *J Endod* 2008;34:394-407.
2. Attin T, Paque F, Ajam F, Lennon AM. Review of the current status of tooth whitening with the walking bleach technique. *Int Endod J* 2003;36: 313-29.
3. Kuga MC, So MV, De Faria-junior NB, Keine KC, Faria G, Fabricio S, Matsumoto MA. Persistence of resinous cement residues in dentin treated

- with different chemical removal protocols. *Microsc Res Tech* 2012;75:982-98-5.
4. Carrasco LD, Guerisoli DMZ, Rocha MJA, Pécora JD, Fröner IC. Efficacy of intracoronal bleaching techniques with different light activation sources. *Int Endod J* 2007;40:204-8.
 5. Oliveira DP, Teixeira ECN, Ferraz CCR, Teixeira FB. Effect on intracoronal bleaching agents on dentin microhardness. *J Endod* 2007;33:460-2.
 6. Kuga MC, Reis JMSN, Fabrício S, Bonetti-Filho I, Campos EA, Faria G. Fracture strength of incisor crowns after intracoronal bleaching with sodium percarbonate. *Dent Traumatol* 2012;28:238-42.
 7. Attin T, Vollmer D, Wiegand A, Attin R, Betke H. Subsurface microhardness of enamel and dentin after different external bleaching procedures. *Am J Dent*. 2005;18:8-12.
 8. Joiner A. The bleaching of teeth: a review of the literature. *J Dent* 2006;34:412-9.
 9. Sun G. The role of lasers in dentistry. *Dent Clin North Am* 2000;44:831-50.
 10. Ziembra SL, Felix H, MacDonald J, Ward M. Clinical evaluation of a novel dental whitening lamp and light-catalyzed peroxide gel. *J Clin Dent* 2005;16:123-7.
 11. Sulieman M, Addy M, Macdonald E, Rees JS. The effect of hydrogen peroxide concentration on the outcome of tooth whitening: an in vitro study. *J Dent* 2004;32:295-9.
 12. Torres CR, Batista GR, César PD, Barcellos DC, Pucci CR, Borges AB. Influence of the quantity of coloring agent in bleaching gels activated with

- LED/laser appliances on bleaching efficiency. *Eur J Esthet Dent.* 2009; 4:178-86.
13. Baik JW, Rueggeberg FA, Liewehr FR. Effect of light-enhanced bleaching on in vitro surface and intrapulpal temperature rise. *J Esthet Restor Dent* 2001;13:370–378.
14. Zamboni SC, Castanho GM, Torres CR, Nogueira L Jr, Borges AB, Bottino MA. Influence of the coloring agent concentration on bleaching gel and pulp chamber temperatures during dental bleaching. *Gen Dent.* 2010; 58:e36-41
15. Faraoni-Romano JJ, Da Silveira AG, Turssi CP, Serra MC. Bleaching agents with varying concentrations of carbamide and/or hydrogen peroxides: effect on dental microhardness and roughness. *J Esthet Restor Dent.* 2008;20:395-402
16. Barros-Matoso F, de Souza-Gabriel AE, Furtado-Messias DC, de Sousa-Neto MD, Alfredo E. Microhardness of intracoronal dentin exposed to bleaching and fluoride treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2011;112: e1-5.
17. Dadoun MP, Bartlett DW. The microhardness of bleached dentine and its bond strength to a dentine bonding agent. *Eur J Prosthodont Restor Dent.* 2007;15:131-4.
18. Al-Salehi SK, Wood DJ, Hatton PV. The effect of 24h non-stop hydrogen peroxide concentration on bovine enamel and dentine mineral content and microhardness. *J Dent.* 2007;35:845-50.
19. Chandra SS, Shankar P, Indira R. Depth of penetration of four resin sealers into radicular dentinal tubules: a confocal microscopic study. *J Endod.* 2012;38:1412-6.

20. Garcia AJ, Kuga MC, Palma-Dibb RG, Só MV, Matsumoto MA, Faria G, Keine KC. Effect of sodium hypochlorite under several formulations on root canal dentin microhardness. *J Investig Clin Dent*. 2013;4:229-32.
21. Ruiz-Linares M, Bailón-Sánchez ME, Baca P, Valderrama M, Ferrer-Luque CM. Physical properties of AH Plus with chlorhexidine and cetrimide. *J Endod*. 2013;39:1611-4.
22. Pobbe POS, Viapiana R, Souza-Gabriel AE, Marchesan MA, Sousa-Neto MD, Silva-Sousa YTC, Silva RG. Coronal resistance to fracture of endodontically treated teeth submitted to light-activated bleaching. *J Dent* 2008;36:935-9.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 Sobre a Resistência à Fratura

O protocolo de clareamento interno utilizando o peróxido de hidrogênio a 35% com o pigmento vermelho carmim, apenas na proporção de 1:1, ocasionou significativa redução de resistência à fratura dental em relação aos dentes não clareados, com tratamento endodôntico e restaurados com resina composta. Deste modo, a hipótese nula foi parcialmente rejeitada, uma vez que somente houve efeitos negativos na proporção de 1:1 de peróxido de hidrogênio e pigmento, uma vez que a de 3:1 não diferiu dos demais grupos.

Agentes clareadores contendo peróxido de hidrogênio em alta concentração podem ocasionar desmineralização e alteração dos componentes orgânicos e inorgânicos da estrutura dental, reduzindo a microdureza e módulo de elasticidade da dentina^{4,27}. É de se esperar que estas alterações morfológicas e químicas pudessem afetar a integridade do dente envolvido no protocolo de clareamento com o peróxido de hidrogênio, acarretando efeitos negativos sobre a resistência à fratura.

No entanto, se tem demonstrado que dentes com tratamento endodôntico submetidos ao clareamento interno apresentam idêntica resistência à fratura aos dos dentes não clareados²³, exceto se o perborato ou percarbonato de sódio associado com peróxido de hidrogênio for mantido no interior da câmara pulpar¹⁶. Tais resultados coincidem com os obtidos no presente estudo, com exceção ao G2.

Após o término do clareamento interno todos os dentes foram restaurados com resina composta, o que pode ter contribuído para que ocorresse a semelhança de resultados entre G1 e G3 com o grupo controle

negativo (G4), uma vez que os procedimentos restauradores com resina composta restituem a resistência dental à fratura dos dentes tratados endodonticamente e submetidos ao clareamento interno²⁴.

Logo, se os protocolos de clareamento usualmente empregados não exerceram efeitos negativos sobre a resistência dental à fratura com exceção ao G2, provavelmente a redução da resistência observada neste grupo pode estar relacionada à maior concentração do pigmento de cor vermelha no gel clareador.

Quando o pigmento de cor vermelha é adicionado em dobro ou triplo da concentração presente no gel clareador e fotoativado com LED/Laser, ocorre maior efetividade no clareamento dental¹⁰. Mesmo que esta conduta ocasione aumento no volume final do agente clareador, pela maior adição da quantidade de pigmento incorporado ao gel, proporcionando maior diluição da concentração do peróxido de hidrogênio, a temperatura final no gel é aumentada, sugerindo uma maior catálise química local³⁰.

Tal fato pode explicar o que provavelmente tenha ocorrido no G2, aonde a relação de peróxido de hidrogênio e pigmento foi de 1:1. O calor é um dos fatores prejudiciais para os componentes orgânicos e inorgânicos da dentina^{4, 27}. A relação de 1:1 causa uma elevação da temperatura do gel gerando maior catálise do peróxido de hidrogênio, o que justificaria a sua maior efetividade clínica^{10,30}, porém com o contratempo de ocasionar maiores danos à dentina, repercutindo uma redução da resistência dental à fratura, mesmo após restauração com resina composta dos dentes.

Contudo, os resultados semelhantes de G2 com G1 e G3 é explicado pelo fato de que eles tenham ocasionado algum efeito deletério sobre a

dentina, porém não o suficiente para proporcionar uma significativa redução da resistência à fratura e/ou também estar relacionado à quantidade amostral do estudo em cada grupo, uma vez que é perceptível uma progressiva redução na resistência dental à fratura.

5.2 Sobre a Microdureza Dentinária

Este trabalho demonstrou que os diversos protocolos de clareamento reduziram a microdureza da superfície dentinária, porém não houve diferença significativa entre os diversos protocolos de clareamento interno e com a dentina não submetida aos protocolos de clareamento. A hipótese nula foi aceita, pois os protocolos de clareamento interno não exerceram efeitos significativos sobre a dentina da câmara pulpar.

A incorporação de pigmentos no agente clareador tem como objetivo incrementar a catalise da reação química do peróxido de hidrogênio, favorecendo o protocolo de clareamento dental^{12,13}. Os pigmentos agem como filtros, absorvendo um ou mais comprimentos de ondas e refletindo outros. Para que isto ocorra, os pigmentos devem possuir a cor específica, conhecida como cor complementar^{12,16,30}.

No presente estudo, a redução da microdureza da dentina após o uso dos diferentes protocolos de clareamento dental não diferiram entre si e também do grupo controle negativo, apesar das diversas concentrações do peróxido de hidrogênio ser capaz de originar a perda de minerais da dentina radicular e, por conseguinte, promover a redução da sua microdureza superficial^{3,16}.

Após a confecção do acesso coronário, a dentina da câmara pulpar foi impregnada por um cimento endodôntico. O cimento utilizado para este fim foi um contendo resina epóxi (AH Plus) que possui a capacidade de penetração na dentina em média de $894,54 \mu\text{m}^{12}$. A mensuração da microdureza dentinária foi realizada a $100 \mu\text{m}$ da interface câmara pulpar-dentina, após 7 dias da contaminação desta dentina, circunstância em que o cimento endodôntico já tomou a presa final no interior da dentina^{7,16,25}.

A semelhança de resultados na redução da microdureza da dentina não clareada com as submetidas aos protocolos de clareamento pode estar relacionada a uma possível interferência dos resíduos deste cimento no momento da tomada dos dados, em função do local da identificação que coincide com uma provável região dentinária em que estão presentes resíduos do cimento endodôntico.

Existe uma relação direta entre a concentração de pigmento e a do peróxido de hidrogênio presente no agente clareador, com aumento da temperatura do gel e, por conseguinte, da eficácia do clareamento dental^{12,30}. Os protocolos de clareamento utilizados no presente estudo somente foram empregados com ativação química do gel clareador. Os estudos que apresentam efeitos deletérios à estrutura dental após o clareamento interno, tais como a redução da microdureza dentinária e da resistência dental à fratura e elevação da temperatura local, tanto do gel como da superfície dentária, frequentemente estão relacionados com o uso de fotoativação, principalmente o sistema LED-Laser^{10,14,16,30}.

Em virtude da ativação do gel clareador ter sido essencialmente química, os efeitos negativos sobre a microdureza dentinária foram insignificantes,

mesmo quando utilizado a proporção de 1:1, do peróxido de hidrogênio e o pigmento vermelho carmim. Por outro lado, os maiores danos à estrutura do dente tratado endodonticamente tende a ocorrer acentuadamente somente após a segunda sessão de aplicação do peróxido de hidrogênio fotoativado com LED-Laser. Deste modo, o fator tempo de aplicação do gel clareador , sem fotoativação e por apenas 3 sessões também contribui para a similaridades de resultados.

6 CONCLUSÃO

Por meio do presente estudo concluímos que:

- 6.1 O protocolo de clareamento interno utilizando o peróxido de hidrogênio a 35% com o pigmento vermelho carmim, na proporção de 1:1, possui o efeito de ocasionar redução de resistência à fratura dental dos tratados endodonticamente e posteriormente restaurados com resina composta.
- 6.2 Os protocolos de clareamento interno utilizando o peróxido de hidrogênio a 35% incorporado com pigmento (vermelho carmim), na proporção de 3:1 ou 1:1, não interferiram sobre microdureza da dentina da câmara pulpar.

REFERÊNCIAS*

1. Attin T, Paque F, Ajam F, Lennon AM. Review of the current status of tooth whitening with the walking bleach technique. *Int Endod J*. 2003;36(5): 313- 29.
2. Attin T, Vollmer D, Wiegand A, Attin R, Betke H. Subsurface microhardness of enamel and dentin after different external bleaching procedures. *Am J Dent*. 2005; 18(1): 8- 12.
3. Al-Salehi SK, Wood DJ, Hatton PV. The effect of 24h non-stop hydrogen peroxide concentration on bovine enamel and dentine mineral content and microhardness. *J Dent*. 2007; 35(11): 845- 50.
4. Azevedo RA, Silva-Sousa YTC, Souza-Gabriel AE, Messias DCF, Alfredo E, Silva RG. Fracture resistance of teeth subjected to internal bleaching and restored with different procedures. *Braz Dent J*. 2011; 22(2):117- 21.
5. Baik JW, Rueggeberg FA, Liewehr FR. Effect of light-enhanced bleaching on in vitro surface and intrapulpal temperature rise. *J Esthet Restor Dent*. 2001; 13(6): 370- 8.
6. Baratieri LN, Monteiro JrS, Andrada MAC, Vieira LCC, Ritter AV, Cardoso AC. *Odontologia restauradora: fundamentos e possibilidades*. São Paulo: Santos liv; 2001.

*De acordo com o manual da FOAr/UNESP, adaptadas das normas Vancouver. Disponível no site <http://www.foar.unesp.br/#!/biblioteca/manual>

7. Barros-Matoso F, de Souza-Gabriel AE, Furtado-Messias DC, de Sousa-Neto MD, Alfredo E. Microhardness of intracoronal dentin exposed to bleaching and fluoride treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2011; 112(5): e1- 5.
8. Berger SB, Cavalli V, Martin AA, Soares LE, Arruda MA, Brancalion ML, et al. Effects of combined use of light irradiation and 35% hydrogen peroxide for dental bleaching on human enamel mineral content. *Photomed Laser Surg.* 2010; 28(4): 533- 8.
9. Caneppele TM, Torres CRG, Chung A, Goto EH, Lekevicius SC. Effect of photochemical bleaching gel with and without TiO₂ and diferente wavelengths. *Braz J Oral Sci.* 2010; 9(3): 393- 7.
10. Carrasco LD, Fröner IC, Corona SAM, Pécora JD. Effect of internal bleaching agents on dentinal permeability of non-vital teeth: quantitative assessment. *Dental Traumatol.* 2003; 19(2): 85- 9.
11. Carrasco LD, Guerisoli DMZ, Rocha MJA, Pécora JD, Froner IC. Efficacy of intracoronal bleaching techniques with diferente light activation sources. *Int Endod J.* 2007; 40(3): 204- 8.
12. Chandra SS, Shankar P, Indira R. Depth of penetration of four resin sealers into radicular dentinal tubules: a confocal microscopic study. *J Endod.* 2012; 38(10): 1412- 6.

13. Chen JH, Xu JW, Shing CX. Decomposition rate of hydrogen peroxide bleaching agents under various chemical and physical conditions. *J Prosthet Dent.* 1993; 69(1): 46- 8.
14. Dadoun MP, Bartlett DW. The microhardness of bleached dentine and its bond strength to a dentine bonding agent. *Eur J Prosthodont Restor Dent.* 2007; 15(3): 131- 4.
15. Eldeniz AU, Usumez A, Usumez S, Ozturk N. Pulpal temperature rise during lightactivated bleaching. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2005; 72(2): 254- 9.
16. Faraoni-Romano JJ, Da Silveira AG, Turssi CP, Serra MC. Bleaching agents with varying concentrations of carbamide and/or hydrogen peroxides: effect on dental microhardness and roughness. *J Esthet Restor Dent.* 2008; 20(6): 395- 402.
17. Garcia AJ, Kuga MC, Palma-Dibb RG, Só MV, Matsumoto MA, Faria G, et. al. Effect of sodium hypochlorite under several formulations on root canal dentin microhardness. *J Investig Clin Dent.* 2013; 4(4): 229- 32.
18. Hardman PK, Moore DL, Petteway GH. Stability of hydrogen peroxide as a bleaching agent. *Gen Dent.* 1985; 33(2): 121- 2.
19. Kawamoto K, Tsujimoto Y. Effects of the hydroxyl radical and hydrogen peroxide on tooth bleaching. *J Endod.* 2004; 30(1): 45- 50.
20. Lima DA, Aguiar FH, Liporoni PC, Munin E, Ambrosano GM, Lovadino JR. Influence of chemical or physical catalysts on high concentration bleaching agentes. *Eur J Esthet Dent.* 2011; 6(4): 454- 66.

21. Matsumura H, Aida Y, Ishikawa Y, Tanoue N. Porcelain laminate veneer restorations bonded with a three-liquid silane bonding agent and a dual-activated luting composite. *J Oral Sci.* 2006; 48(4): 261- 6.
22. Pinto CF, Oliveira R, Cavalli V, Giannini M. Peroxide bleaching agent effects on enamel surface microhardness, roughness and morphology. *Braz Oral Res.* 2004; 18(4): 306- 11.
23. Plotino G, Buono L, Grande NM, Pameijer CH, Somma F. Nonvital tooth bleaching: a review of the literature and clinical procedures. *J Endod.* 2008; 34(4): 394- 407.
24. Roberto AR, Sousa-Neto MD, Viapiana R, Giovani AR, Souza Filho CB, Paulino SM, et al. Effect of different restorative procedures on the fracture resistance of teeth submitted to internal bleaching. *Braz Oral Res.* 2012; 26(1):77- 82.
25. Ruiz-Linares M, Bailón-Sánchez ME, Baca P, Valderrama M, Ferrer-Luque CM. Physical properties of AH Plus with chlorhexidine and cetrimide. *J Endod.* 2013; 39(12): 1611- 4.
26. Shumb WC, Satterfield CN, Wentworth RL. Hydrogen peroxide. New York: Reinhold; 1955.
27. Tam LE, Kuo VY, Noroozi A. Effect of prolonged direct and indirect peroxide bleaching and fracture toughness of human dentin. *J Esthet Rest Dent.* 2007; 19(2): 100- 9.

28. Torres CRG, Borges AB, Kubo CH, Gonçalves SEP, Celachi S, Giordano CES. Clareamento dental com fontes híbridas LED/LASER. São Paulo: Liv. Santos; 2007.
29. Watts A, Addy M. Tooth discolouration and staining: a review of the literature. *Br Dent J.* 2001; 190(6): 309-16.
30. Zamboni SC, Castanho GM, Torres CR, Nogueira L Jr, Borges AB, Bottino MA. Influence of the coloring agent concentration on bleaching gel and pulp chamber temperatures during dental bleaching. *Gen Dent.* 2010; 58(1): e 36- 41.

Autorizo a reprodução deste trabalho

(Direitos de publicação reserve ao autor)

Araraquara, 17 de março de 2014

Marina O. Gonçalves Galoza