



UNESP - Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Odontologia de Araraquara



Adriana Alves de Faria

**Confiabilidade de um método in vitro para
avaliação da alteração de cor de dentes bovinos**

Araraquara

2014



UNESP - Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Odontologia de Araraquara



Adriana Alves de Faria

**Confiabilidade de um método *in vitro* para avaliação da
alteração de cor de dentes naturais**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Ciências Odontológicas, Área de Dentística, da Faculdade de
Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista para
obtenção do título de Mestre em Ciências Odontológicas.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Livia Nordi Dovigo

Araraquara

2014

Faria, Adriana Alves de

Confiabilidade de um método in vitro para avaliação da
alteração de cor de dentes naturais / Adriana Alves de Faria.--
Araraquara: [s.n.], 2014.

71 f. ; 30 cm.

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

Orientadora: Profa. Dra. Livia Nordi Dovigo

1. Reprodutibilidade dos testes 2. Cor 3. Esmalte
dentário 4. Dentina I. Título

ADRIANA ALVES DE FARIA

**Confiabilidade de um método in vitro para
avaliação da alteração de cor de dentes bovinos**

**Comissão Julgadora para obtenção do grau de
mestre**

Presidente e Orientador : *Profª Drª Livia Nordi Dovigo (orientador)*

Departamento de Odontologia Social, Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP

2º Examinador : *Profª Drª Andrea Abi Rached Dantas*

Departamento de Dentística Restauradora, Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP

3º Examinador : *Profª Drª Hérica Adad Ricci*

Universidade de São Paulo - USP, Instituto de Física de São Carlos - IFSC/USP.

4º Examinador: *Profª Drª Juliana Álvares Duarte Bonini Campos*

Departamento de Odontologia Social, Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP

5º Examinador : *Profª Drª Mariana Montenegro Silva*

Centro Universitário CESMAC (Centro de Estudos Superiores de Maceió)

Araraquara, 12 de setembro de 2014

Dados Curriculares

Adriana Alves de Faria

Nascimento	18/01/1986 – São Paulo, SP
Filiação	Ademar Alves de Faria Ivone Luchette Alves de Faria
Naturalidade	São Paulo – SP
2006 a 2010:	Graduação em Odontologia – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” – Faculdade de Odontologia de Araraquara.
2011 a 2012:	Especialização em Odontopediatria – Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas de Araraquara.
2012	Curso de aperfeiçoamento em Odontologia Intra uterina – Associação Paulista de Cirurgiões dentistas de Araraquara.
2012 a 2014:	Mestrado em Ciências Odontológicas, área de concentração Dentística – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” – Faculdade de Odontologia de Araraquara.
2013/2014	Estágio Docência em Dentística e Ergonomia em Odontologia na Faculdade de Odontologia de Araraquara – Universidade Estadual Paulista, Araraquara – SP.
Associações	SBPqO – Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica GBPD – Grupo Brasileiro de Professores de Dentística GBMD – Grupo Brasileiro de Materiais Dentários

Dedicatória

Dedico este trabalho à Deus e aos meus pais Ivone e Ademar.

Deus, pai eterno, que esta ao meu lado em todos os momentos. Nos momentos de alegria comemorando comigo meu risos e nos momentos de tristezas me carregando em seu colo. Foram tantas mudanças boas e ruins mas graças ao seu poder, Pai, hoje aqui estou. Aquele que me fortalece e faz com que eu sempre consiga seguir em frente em meios a tormentos. Obrigada, Pai, por mais esta conquista que permitiu que eu atingisse. Que meus caminhos continuem sendo guiados por suas mãos.

Mãe, sei que não teve oportunidades de estudos e sempre achou muito bonito estudar e ter um diploma. Lembro da sua felicidade em ver eu completando e o ensino médio. E jamais vou esquecer o primeiro dia que pisamos nesta faculdade para fazer minha matrícula no curso de graduação, foram essas suas palavras: "Eu sempre quis estudar em um lugar bonito assim. Estou muito feliz e emocionada que hoje minha filha está estudando". Mãe, todos esses diplomas que consegui até hoje não são só meus, são seus também. Todo carinho que me criou, que saia comigo embaixo de chuva para ir trabalhar para me dar condições melhores, todos sim e todos não que recebi contribuindo para minha educação, todo carinho, sorriu quando eu sorri, chorou quando eu chorei, se preocupou, colocou de joelhos para pedir por mim. Aqui estamos de novo, mãe. Mais uma dedicatória a você. Mais uma conquista nossa. Obrigada por todo apoio que me deu durante toda a minha vida e nesta conquista.

Pai, não sei o que escrever para aquele que tenho como exemplo de homem, meu maior exemplo. Mesmo não possuindo condições lutou com a vida e conquistou um diploma. Sempre tentou me dar o melhor possível em suas condições. Cheio de carinhos comigo, e isso que me fortaleceu em muitos momentos da vida. Sempre um grande amigo. Lembro quando disse que o melhor que poderia me deixar não seriam coisas materiais e sim estudos e lições da vida. Pois é, pai, está conseguindo me deixar uma fortuna. Muito obrigada por todo o apoio, todo o esforço para ver eu crescer feliz. Não encontro palavras para agradecer tudo que fez por mim. Esta nova conquista pertence a você também.

Agradecimentos

À Profª Drª Livia, a qual tenho profunda admiração, agradeço por toda dedicação, incentivo e paciência. Obrigada por me direcionar, por toda ajuda, por toda paciência que teve em me orientar. Serei eternamente grata por tudo que evolui acadêmica e pessoalmente nesse período que passamos juntas. Sempre terei como um exemplo de inteligência, profissional e pesquisadora. Carregarei todos nossos momentos com muito carinho. Foi muito importante e valeu a pena ter trabalhado com você. Foi um grande presente de Deus nesse pequeno período. E ainda mais quando passei ter duas orientadoras contando com a Lara que sempre esteve presente em nossas reuniões mesmo que em seu ventre. Muito obrigada por tudo.

À Profª Drª Patrícia, agradeço por toda ajuda científica e por toda amizade que foi conquistada. Obrigada por tudo que me ensinou como profissional e pessoa. Pra mim sempre será lembrada como exemplo de profissional e uma grande amiga, afinal foram horas conversando enquanto as medições eram feitas. Já posso dizer que sentirei muitas saudades.

Ao conhecido funcionário do departamento de Dentística, o Marinho. Acho que nunca irá se esquecer de alguém que pula a porta do laboratório para adiantar a pesquisa enquanto não encontra você com chave. Muito obrigada por toda ajuda. Fica um carinho enorme por você.

A Ceres Maria Carvalho Galvão de Freitas da biblioteca que tanto me agüentou. Nas ligações só de ouvir a voz já sabia quem era. Obrigada por toda paciência. À Marley pelo auxílio na normatização da tese e ficha catalográfica. E a todos os funcionários da biblioteca.

Aos funcionários da secretaria de pós-graduação, pelos serviços prestados durante todo o curso. Em especial à Mara que acaba sendo uma mãe para nós que passamos pela pós-graduação. Obrigada por tudo.

Aos docentes do curso de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas, pela valiosa participação em meu crescimento profissional.

A todos os funcionários da faculdade que mesmo que fosse apenas com um sorriso e um bom dia me ajudaram a cada dia. Serei eternamente grata a todos que me acompanharam por estes anos que estive por aqui.

À Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP, na pessoa de sua diretora, Prof^{ra}. Dr^a. Andréia Affonso Barretto Montandon, a qual tenho profunda admiração.

Aos funcionários do Departamento de Dentística Restauradora, em especial à Priscila, Creusa e Cida.

Aos Membros da Banca Examinadora, por terem aceitado o convite para participar da avaliação deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos concedida para o desenvolvimento deste estudo.

A todos os colegas de curso de pós-graduação. Muito obrigada pela amizade conquistada.

A todas as pessoas que participaram direta ou indiretamente da realização deste trabalho, e que não estão citadas nominalmente, meu sincero agradecimento.

“É melhor lançar-se em busca de conquistas grandiosas, mesmo expondo-se ao fracasso, do que alinhar-se com os pobres de espírito, que nem gozam muito nem sofrem muito, porque vivem numa penumbra conzenta, onde não conhecem nem a vitória, nem a derrota.” (Theodore Roosevelt)

Faria AA. Confiabilidade de um método in vitro para avaliação da alteração de cor de dentes naturais [Dissertação de Mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2014.

Resumo

A cor que percebemos do dente é considerada um fenômeno complexo e um crescente número de estudos tem investigado formas de avaliação de cor com o intuito de tornar o procedimento mais preciso e objetivo. Este estudo avaliou a confiabilidade das medidas efetuadas em espectrofotômetro para análise de cor in vitro em esmalte e dentina bovinos. Realizou-se um ensaio laboratorial, duplo-cego. As variáveis dependentes avaliadas foram as coordenadas colorimétricas L^* , a^* e b^* . Essas medidas foram realizadas por um único examinador, em dois momentos distintos. Foram utilizados 100 dentes bovinos por tipo de superfície (esmalte e dentina). Foram construídos gráficos de dispersão do tipo Bland-Altman. A reprodutibilidade intra-examinador das medidas foi estimada por meio do Coeficiente de Correlação Intraclass (CCI) e seu Intervalo de Confiança ($IC_{95\%}$). A reprodutibilidade intra-examinador mostrou valores de CCI classificados como “Muito Bom” ($CCI \geq 0,91$) para as todas as coordenadas nos dois tipos de espécimes, com exceção da coordenada a^* em esmalte bovino, que foi considerada “Boa” ($0,71 \leq CCI < 0,91$). Foi possível observar que as leituras relacionadas à luminosidade mostraram menor concordância entre as medidas, seguida da coordenada b^* e da a^* . Para os parâmetros L^* e b^* , os limites de concordância foram mais amplos na análise em dentina. Conclui-se que a técnica utilizada para medição de cor em esmalte e dentina de dentes bovinos possuiu adequada confiabilidade, mas sugere-se que estudos nessa área busquem a padronização das amostras e realizem calibração para as leituras.

Palavras-chave: Reprodutibilidade dos Testes, Cor, Esmalte Dentário, Dentina

Faria AA. Reliability of an in vitro method for assessing color change on natural teeth [Dissertação de Mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2014.

Abstract

The tooth color is considered a complex phenomenon and a growing number of studies have investigated ways of evaluating color in order to make this procedure more precise and objective. This study evaluated the reliability of the spectrophotometer measurements for color analysis in vitro on bovine enamel and dentin. It was a laboratory double-blind trial and the dependent variables were the colorimetric coordinates L^* , a^* and b^* . These measurements were performed by a single examiner at two different times. 100 bovine teeth were used for each type of surface (enamel and dentin). Bland-Altman plots were used to analyze agreement. Intra-examiner reproducibility of the measurements was estimated by the Intraclass Correlation Coefficient (ICC) and its confidence interval ($CI_{95\%}$). Intra-examiner reliability showed ICC values classified as "Very Good" ($ICC \geq 0.91$) for all coordinates in both types of specimens, with the exception of coordinated a^* in enamel, which was considered "Good" ($0.71 \leq ICC < 0.91$). It was observed that the L^* readings showed less agreement between measurements, followed by the coordinate b^* and a^* . For L^* and b^* parameters, limits of agreement were wider in dentin. We conclude that the technique used for measuring color in enamel and dentin of bovine teeth showed adequate reliability, but it is suggested that studies in this area should standardize the samples and perform calibration before the readings.

Keywords: Reproducibility of Results, Color, Dental Enamel, Dentin.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	17
2.1 Confiabilidade, Concordância e Reprodutibilidade.....	18
2.2 Análise de Cor em Odontologia.....	22
3 PROPOSIÇÃO.....	32
3.1 Objetivo Geral.....	33
3.2 Objetivos específicos.....	33
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	34
4.1 Delineamento Experimental.....	35
4.2 Confeção dos Corpos de Prova.....	35
4.2.1 Corpos de prova com superfície em esmalte.....	37
4.2.2 Corpos de prova com superfície em dentina.....	39
4.3. Avaliação da Cor.....	41
4.3.1 Espectrofotometro de colorimetria.....	41
4.3.2 Realização das medidas.....	42
4.4 Planejamento Estatístico.....	44
5 RESULTADOS.....	45
6 DISCUSSÃO.....	53
7 CONCLUSÃO.....	60
REFERÊNCIAS.....	61

INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

Sabe-se que a insatisfação com a aparência do sorriso tem a capacidade de influenciar negativamente a autoestima do indivíduo e causar desconforto ao se relacionar nos ambientes sociais e de trabalho, podendo inclusive prejudicar seu rendimento⁴⁷. Por essa razão, a Odontologia tem percebido o aumento na demanda de pacientes que buscam tratamentos para melhorar a estética dental⁵. Como consequência, os materiais e procedimentos odontológicos têm sido desafiados a duplicar de modo cada vez mais fiel a função, forma e a beleza da dentição natural. Com esse propósito, um grande número de métodos e abordagens vem sendo estudados e sugeridos, incluindo técnicas de clareamento externo e interno, raspagem e limpeza para remover placa bacteriana e manchas, microabrasão de esmalte, colocação de facetas, até a reabilitação de elementos dentais perdidos por meio de próteses convencionais e sobre implantes^{6,7, 38-40, 60}. Nesse contexto, um dos aspectos mais desafiadores da Odontologia estética é a avaliação da cor natural dos dentes, bem como sua recuperação e reprodução^{3, 47, 52, 54}.

A cor que percebemos ao olhar para um dente é considerada um fenômeno complexo. As condições de iluminação, brilho e o próprio olho humano atuam de forma a influenciar a percepção geral da cor^{15,19,42}. No entanto, a composição do elemento dental por camadas estratiformes e semi-translúcidas de esmalte e dentina, que possuem capacidade de absorver, refletir, transmitir ou refratar parte da luz incidente, pode ser considerada como parte essencial na reprodução da cor do dente^{20,63}. Apesar da percepção da cor de um dente ser considerada um procedimento complexo, ela se faz necessária em muitas situações clínicas, como para a escolha de cor no momento da realização de uma restauração estética ou prótese dentária e, posteriormente, avaliação de sua longevidade. Além disso, a avaliação da cor também tem papel fundamental nas pesquisas científicas que buscam avaliar eficácia e estabilidade de novos tratamentos estéticos, como o clareamento dental⁸. Assim, um crescente número de estudos tem investigado e proposto formas de avaliação de cor com o intuito de tornar esse procedimento mais preciso^{1,2,4,13,27,30,37,50,57-8,64,69}.

Idealmente, o método para avaliação de cor deve ser confiável e de baixo custo. A determinação visual da cor do dente por meio de sua comparação com um padrão, ou Escala de Cor, é o método mais frequentemente aplicado para avaliação de cor na Clínica Odontológica^{32,66}. Este procedimento não exige equipamentos com alto custo de aquisição e manutenção, mas é normalmente considerado difícil de reproduzir e altamente subjetivo, pois pode ser afetado pelas condições externas de luz, idade, sexo, fadiga dos olhos, experiência e acuidade visual^{20,32,35}. Diferentes autores^{15,18,47,65} têm sugerido que a

avaliação de cor por comparação visual pode resultar em inconsistências na percepção entre observadores diferentes. Além disso, as escalas apresentam outras limitações como número reduzido de matizes e variações entre diferentes escalas²⁸.

Assim, com o intuito de tornar a avaliação de cor um procedimento mais objetivo e preciso, métodos baseados em mensurações instrumentais têm sido utilizados. Esses instrumentos normalmente se baseiam no sistema denominado de CIELab proposto pela Comissão Internacional de Iluminação (CIE – *Comission Internationale de l'Eclairage*)³⁸, o qual foi desenvolvido de forma independente do instrumento utilizado. O CIELab está baseado na percepção das cores pelo sistema visual humano em que todas as cores são fruto de uma combinação específica das três cores primárias: vermelho (X), verde (Y) e azul (Z)⁶⁵

Os valores de X, Y e Z podem ser matematicamente convertidos para a escala CIE $L^*a^*b^*$, na qual L^* representa a luminosidade (branco-preto), enquanto a^* e b^* são coordenadas de cor vermelho-verde e amarelo-azul, respectivamente. Este sistema foi concebido de tal modo que uma diferença de cor, ΔE , pode ser definida pela distância Euclidiana no espaço CIE $L^*a^*b^*$. O ΔE fornece uma diferença de cor percebida, que é independente da sua localização no espaço de cor³⁸.

Colorímetros e espectrofotômetros permitem captar e calcular valores triestímulos (XYZ) buscando se aproximar ao máximo da visão humana. Um colorímetro normalmente possui uma fonte de luz e três filtros (azul, verde e vermelho) que simulam o comportamento da visão humana e medem a quantidade de luz que foi refletida pela amostra. Embora esse instrumento possa ser utilizado em Odontologia, alguns inconvenientes são sugeridos na literatura como a dificuldade de medida em superfícies curvas, a inconsistência entre o equipamento e as escalas de cor e a baixa repetitividade inter-instrumento^{29,41,45,53,65}. Os espectrofotômetros geralmente permitem medidas mais sistemáticas e precisas, em comparação com os colorímetros, uma vez que a luz refletida pela amostra é separada de acordo com um comprimento de onda do espectro completo. Sua principal desvantagem é o alto custo do equipamento, porém devido a sua maior precisão, tem sido o equipamento preferido para avaliação de alteração de cor em dentes naturais e materiais restauradores⁴⁵.

Os valores de ΔL^* , Δa^* , Δb^* e ΔE , obtidos por meio da utilização de espectrofotômetros, têm sido utilizados em um número considerável de estudos em Odontologia, especialmente os de clareamento dental^{22,46-7,54,65}. Isso ocorre devido à vantagem do sistema CIE $L^*a^*b^*$ em expressar de forma quantitativa diferenças de cores e relacionar esse dado à percepção visual e seu significado clínico^{36,54,56,67}. No entanto,

investigações têm chamado a atenção para a importância de se avaliar a precisão dessas medidas em situações laboratoriais e clínicas, que pode ser realizada normalmente por meio de análise de reprodutibilidade².

De acordo com a Teoria do Erro^{55,62}, toda medida efetuada possui um componente referente ao valor real e outro ao erro da medida, o qual pode ter origem aleatória ou sistemática. Segundo Shoukri et al.⁶³, os erros de medição podem afetar seriamente a análise estatística e interpretação dos dados e, portanto, torna-se imprescindível avaliar a magnitude desses erros, calculando um coeficiente de confiabilidade.

Esse fato possui grande importância nos estudos de cor em Odontologia, já que os resultados publicados internacionalmente mostram grande variabilidade nos valores das coordenadas colorimétricas L*, a* e b* dentro de uma mesma população³⁸. Essa variação pode ocorrer devido à características intrínsecas das medidas, mas também podem ter origem em algum erro sistemático cometido no momento de sua avaliação que deixou de ser percebido e controlado pelos pesquisadores. O treinamento dos examinadores previamente a execução das medidas, assim como a padronização dos procedimentos e à calibração dos equipamentos são procedimentos indispensáveis para minimizar a ocorrência de erros sistemáticos¹⁷ e agregar adequada confiabilidade aos dados obtidos.

Com o intuito de alertar os pesquisadores da área odontológica quanto à importância da calibração em ensaios laboratoriais para medidas de cor, Campos et. al.¹⁶ realizaram um estudo no qual estabeleceram um protocolo padronizado, tanto para a confecção dos corpos-de-prova de resina composta como para os procedimentos de leitura em espectrofotômetro, para a obtenção de adequada reprodutibilidade das medidas. Esses achados possuem grande aplicabilidade para investigações cujo objetivo seja a avaliação de estabilidade de cor de materiais restauradores frente a diferentes potenciais situações de manchamento. No entanto, o protocolo foi estabelecido somente para avaliação de amostras de materiais resinosos.

De forma análoga, se pesquisadores almejam comparar a eficácia de diferentes técnicas e produtos de clareamento dental cientificamente, ou estudar o mecanismo e penetração de agentes clareadores nas estruturas do esmalte e dentina, o estabelecimento de um protocolo de laboratório confiável é indispensável⁴⁵. Embora o efeito terapêutico de agentes clareadores só possa ser estabelecido conclusivamente após a realização de estudos clínicos controlados, não há dúvidas de que um modelo de laboratório pode fornecer resultados preliminares importantes, antes da execução de ensaios clínicos que possuem questões limitantes como o custo e ética⁴⁸.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Confiabilidade, Concordância e Reprodutibilidade

Em 1984, Fermanian²⁶ publicou um texto no qual fez algumas discussões sobre o planejamento de estudos de concordância. Sugeriu em seu trabalho que o grau de concordância dentre os observadores, no caso de variáveis quantitativas, seja avaliado pelo Coeficiente de Correlação Intraclassa (CCI). O autor sugeriu uma classificação dos valores de CCI em cinco categorias para auxiliar na interpretação do resultado dessa análise, que varia de Muito Bom ($CCI > 0,91$) até Muito Ruim ($CCI < 0,30$). No entanto ressaltam que os limites desta classificação são obviamente arbitrários e a interpretação pode variar dependendo do problema estudado.

Em 1986, Bland, Altman⁹ publicaram o primeiro texto em que avaliam criticamente as abordagens estatísticas empregadas em estudos de concordância e propõem um novo método de análise. Segundo os autores, os dados provenientes de investigações são muitas vezes analisados de forma inadequada. Assim, propuseram a utilização de técnicas gráficas baseadas em limites de concordância e cálculos estatísticos simples, como média e desvio-padrão, que poderiam esclarecer de forma adequada dados de concordância. De acordo com os autores, os dados coletados a partir de duas medidas repetidas, realizadas numa mesma unidade amostral, podem ser utilizados para o cálculo da média e desvio-padrão entre as medidas repetidas. Também pode ser calculada, para cada unidade, a diferença entre a primeira e a segunda medida. O desvio-padrão, quando associado a um valor de probabilidade, dá origem ao que os autores denominaram limites de concordância. A seguir, os autores sugerem a construção de um diagrama de dispersão, sendo as médias colocadas no eixo X e as diferenças entre as duas medidas no eixo Y. Esse gráfico permite avaliar não somente a semelhança entre as medidas repetidas, como também a magnitude das diferenças e possíveis vieses sistemáticos.

Em 1995, Bland, Altman¹¹ abordaram o tema de análise da concordância por meio de coeficientes de correlação simples. Utilizando um exemplo prático os autores mostraram que análises de correlação, como o Coeficiente de Correlação de Pearson, são abordagens apropriadas para análise de associação entre duas medidas realizadas em um mesmo indivíduo quando estas avaliam diferentes quantidades, como peso e altura. No entanto, quando o interesse é a quantificação do erro de medida, isto é, a diferença entre

duas medidas repetidas sob as mesmas condições em um mesmo indivíduo, a correlação intraclassa deve ser preferida, ao invés dos coeficientes interclasses.

No trabalho de McGraw, Wong⁴⁹, em 1996, os autores realizaram uma revisão sobre a utilização do CCI e como realizar inferências estatísticas utilizando essa abordagem de análise de dados. O trabalho apresentou os procedimentos necessários para o cálculo dos diferentes modelos de CCI, a partir de dados adequados a modelos de Análise de Variância a um e a dois fatores (aleatórios ou mistos). Dessa forma, fez uma discriminação dos diferentes tipos de CCI, os quais denominou de Caso I (baseado em ANOVA a um fator), Caso II (baseado em ANOVA a dois fatores aleatórios) e Caso III (baseado em ANOVA de efeitos mistos). Ainda ressaltou que os pesquisadores devem selecionar se o CCI trata-se de concordância absoluta ou consistência e também se as medidas foram originadas de medidas únicas ou médias. Após o cálculo do CCI mais adequado ao delineamento do estudo, a inferência pode ser feita por meio do cálculo de seu Intervalo de Confiança ou por meio de testes de hipóteses.

Após 13 anos de sua publicação, Bland, Altman¹² novamente abordaram a utilização dos limites de concordância, mas dessa vez o texto foi publicado em uma revista da área médica. O objetivo dos autores foi abordar esse tema em um meio que pudesse atingir pesquisadores da área da saúde, o qual normalmente faz uso desse tipo de análise. Dessa forma, sugeriram que a concordância entre dois métodos clínicos de medições deveria ser avaliada utilizando as diferenças entre observações feitas na mesma unidade amostral. Baseados nisso, apresentaram a abordagem gráfica que possibilita uma interpretação visual de simples entendimento para análise de concordância. Também abordaram em seu trabalho uma abordagem não paramétrica para comparação de métodos. Concluíram que um bom método de análise deve produzir resultados que possam ser interpretados na prática e de fácil compreensão pelos usuários dos métodos para assim serem usados durante as pesquisas.

Em um capítulo de livro de sua autoria, Luiz⁴⁸ em 2005 abordou a questão dos erros de mensuração na pesquisa odontológica. Segundo o autor, o conhecimento científico desenvolve-se sustentado em mensurações que, idealmente, devem ser detalhadas e precisas de modo que qualquer outro investigador, seja capaz de reproduzir os mesmos resultados. Nesse contexto, a preocupação com a qualidade das medidas assume um papel central surgindo a necessidade de avaliar a precisão dos instrumentos utilizados. Relatou que existem na literatura diversas estratégias para se avaliar o erro de uma medida, que são os estudos de confiabilidade ou concordância. Para uma adequada análise de confiabilidade o pesquisador não pode estar restrito a procedimentos estatísticos. Deve-se

ter uma preocupação com a aplicação clínica do que se foi estudado. Relatou também a importância da calibração do pesquisador que realiza o trabalho.

No ano de 2006 de Vet et al.²³ publicaram um artigo com o objetivo de discutir e esclarecer temas como análise de concordância e confiabilidade nas ciências médicas. Os autores propuseram uma diferenciação entre os termos justificando que, conceitualmente, tais análises podem apresentar objetivos diferentes e que a análise de reprodutibilidade é usualmente utilizada para se referir a ambos os casos. De acordo com o texto, as análises de concordância são aquelas que buscam avaliar o erro da medida, ou seja, o quão similares são os resultados frutos de medidas repetidas em uma mesma unidade amostral. Também reportaram que os parâmetros de confiabilidade podem estar na dependência da heterogeneidade da amostra, enquanto que as análises de concordância avaliam características das medidas e do instrumento. Em seu estudo utilizou um exemplo inter-examinador e notou as diferenças dos parâmetros de confiabilidade e concordância. Concluiu que quando a hipótese da pesquisa está relacionada aos avaliadores, os parâmetros de confiabilidade são os mais adequados. Porém, se a proposição é medir a mudança de algum estado da amostra, são preferíveis parâmetros de concordância.

Myles, Cui⁵¹ publicaram um editorial em 2007 relatando a utilização do método gráfico de Bland-Altman para medir a concordância entre medidas repetidas na área de anestesiologia. Relataram que os pesquisadores da área da saúde muitas vezes precisam comparar dois métodos de medida, ou um novo método com um padrão, para determinar se estes dois métodos podem ser usados alternadamente ou se o novo método pode substituir o já existente. No entanto, é muito frequente que mais de duas medidas repetidas sejam realizadas na mesma unidade amostral, por exemplo, durante um certo período de tempo. A proposta original do gráfico de Bland-Altman apenas possibilitava a comparação de duas medidas repetidas, inviabilizando sua utilização nesse cenário. Os autores discutiram uma modificação previamente proposta na técnica dos limites de concordância para que mais de duas medidas possam ser utilizadas na técnica de Bland-Altman. Ressaltaram que o método gráfico pode inclusive incluir a estimativa de intervalos de confiança para os limites de concordância, o que traz informações com cunho inferencial para a análise. No entanto, sugeriram cálculos estatísticos mais complexos como a utilização modelos de efeitos aleatórios para estimar a variação intra-sujeito depois de considerar outras fontes de variação do experimento. De forma geral, o modelo de efeitos aleatórios é uma extensão do método de análise de variância e pode ser ajustado para muitas co-variáveis que do método da análise da variância por si só.

Hirakata, Comey³⁴ em 2009 publicaram um texto com o objetivo de discutir a utilização do método Bland-Altman em um exemplo aplicado. Segundo os autores, essa técnica vem sendo utilizada com algumas deficiências, como a falta dos limites de concordância nos gráficos e a utilização de um valor padrão ao invés da média das duas medidas. Ressaltam que os limites de concordância devem ser interpretados do ponto de vista clínico, ou seja, se as diferenças encontradas podem ser consideradas aceitáveis do ponto de vista prático. Uma possível associação entre o viés e a magnitude das medidas também deve ser avaliada. Também indicam que os coeficientes de correlação não são apropriados para avaliar concordância entre os métodos.

Seguindo a mesma proposta do *CONSORT (Consolidated Standards of Reporting Trials)*, Kottner et al.⁴⁴ publicaram em 2011 um texto com o propósito de estabelecer uma diretriz para redação dos artigos científicos frutos de análise de confiabilidade e concordância, a qual foi denominada GRRAS (*Guidelines for Reporting Reliability and Agreement Studies*). De acordo com essa diretriz, os estudos relacionados a confiabilidade e concordância são destinados a fornecer informações sobre erros inerentes a algum diagnóstico ou medição, e também sobre o nível de concordância e confiabilidade de algum instrumento ainda desconhecido. Relatou que muitas vezes as informações apresentadas nos artigos estão incompletas quanto ao planejamento da amostra, desenho de estudo e análise estatística. Por essa razão, a interpretação dos resultados se torna difícil. Entre várias discussões realizadas pelos autores, uma que merece destaque se refere ao cálculo do Coeficiente de Correlação Intraclass. Os autores relatam que, embora seja uma técnica amplamente utilizada, na maioria dos estudos não são encontradas informações quanto ao modelo estatístico adotado para seu cálculo, o que pode comprometer a interpretação dos resultados apresentados.

Sedgwick⁶¹ em 2013 abordou em seu trabalho a utilização do coeficiente de correlação intraclass em um exemplo prático para a área de medicina. Relatou que pesquisadores investigaram a associação entre as medidas de densidade mineral óssea em gêmeos, monozigóticos (idênticos) e dizigóticos (não-idênticos) estudados separadamente. Sendo que a comparação faz parte de um estudo que investigou a associação entre o genótipo receptor de vitamina D e densidade mineral óssea em gêmeos na pós-menopausa. Foi um desenho do estudo transversal, com participantes recrutados a partir de um registro nacional de gêmeos na Grã-Bretanha. Foram 87 monozigóticos e 95 dizigóticos pares de gêmeos com idades entre 50-69 anos, na pós-menopausa e livre de doenças que afetariam os ossos. As principais medidas de desfecho incluíam a densidade mineral óssea da coluna lombar. O coeficiente de correlação intraclass para densidade mineral óssea da coluna lombar entre gêmeos monozigóticos foi maior do que para os dizigóticos (0,74 x 0,36). Neste

trabalho concluiu-se que, densidade mineral óssea da coluna lombar de mulheres na pós-menopausa tinha ligação genética. Neste trabalho o autor discutiu que o coeficiente de correlação intraclasse pode ser uma medida de concordância entre a densidade mineral óssea da coluna lombar e os pares de gêmeos. E também que a concordância foi maior para gêmeos monozigóticos do que para gêmeos dizigóticos.

2.2 Análise de Cor em Odontologia

Em 1993, Goldstein, George²⁹ testaram a reprodutibilidade de colorímetro intra-oral em um manequim com cinco dentes de porcelana e cinco dentes de acrílico utilizados em próteses. Foram realizadas três leituras das coordenadas L^* , a^* e b^* do sistema CIE $L^*a^*b^*$ e obtidos os valores médios, após calibração. As medições foram repetidas em outro dia sem recalibração e depois em outro dia com recalibração. No primeiro e segundo dia apenas algumas amostras apresentavam valores de ΔE menores que 0,4. Já no último dia foram encontrados em todas as amostras valores de ΔE maiores que 0,4. Concluiu-se que este instrumento foi ineficaz na reprodutibilidade para leitura de cor em dias diferentes. Quando modificado o cabo de fibra óptica, a luz ambiente e a temperatura não foi confiável e sensível.

Douglas²⁵ em 1997 realizou estudo in vivo com o objetivo de investigar a reprodutibilidade intra e inter-examinadores de um colorímetro equipado com um dispositivo para possibilitar o posicionamento do equipamento na cavidade bucal. As avaliações de cor foram realizadas por três examinadores em três momentos distintos em incisivos centrais superiores. O equipamento forneceu dados com base no sistema CIE $L^*a^*b^*$ para análise das coordenadas L^* , a^* e b^* . Os dados coletados foram analisados com o CCI e as diferenças de cor entre os diferentes momentos de avaliação. Tanto para intra quanto para inter examinador foram encontrados valores altos de CCI. Concluiu-se que um colorímetro padronizado com um determinado posicionamento tem uma precisão aceitável para medições intra-orais.

Iazzetti et al.³⁶, em 2000, avaliaram a cor de seis materiais restauradores com capacidade de liberação de flúor, apontados pelo fabricante como sendo da cor A3. Os autores confeccionaram espécimes em forma de disco de cada material, que foram manipulados de acordo com as instruções do fabricante, polidos de forma padronizada e foram obtidas as medidas de cor por meio de um espectrofotômetro utilizando as coordenadas do sistema CIE $L^*a^*b^*$. Em seguida, os espécimes foram divididos

aleatoriamente em grupos e quatro tratamentos diferentes de exposição à luz UV e imersão em solução de coloração foram realizados. As medidas de cor foram realizadas após cada tratamento. Os resultados mostraram diferença significativa na cor A3 entre os produtos. O autor relatou que valores de ΔE acima de 3,3 tornam a alteração de cor perceptível clinicamente, a olho nu. Concluiu que, em geral, os materiais que eram hidrofóbicos mostraram maior estabilidade de cor e resistência à corrosão do que os materiais hidrofílicos.

Em 2002, Tung et al.⁶⁵ avaliaram a confiabilidade de um colorímetro intra-oral que mede a cor dos dentes naturais e restaurações metalocerâmicas. O sistema faz a medida da cor do dente natural e, em seguida, transfere a informação para o sistema de porcelana Halo Vintage. Os autores também tentaram correlacionar o valor de croma obtido pelo equipamento e o obtido por clínicos experientes. Para isso, utilizaram 11 incisivos superiores e foram feitas 2 leituras. Os dados foram analisados com o coeficiente α -Cronbach, sendo que valores maiores que 0,9 foram considerados como confiabilidade muito alta. Os resultados de confiabilidade para cada ensaio (sombra, valor e cor) mostraram valores acima de 0,94. Houve concordância nas medidas realizadas pelo colorímetro em 82% das amostras, enquanto os examinadores obtiveram essa concordância em, aproximadamente, 73%. Quando comparado às seleções de cores do colorímetro e dos examinadores houve uma concordância de 55% a 64% na pesquisa. Concluiu - se que o colorímetro analisado era confiável para análise da cor de dentes naturais.

Patel et al.⁵⁶, em 2004, testaram a hipótese se os tratamentos de acabamento da superfície e o tipo de solução de armazenamento afetam significativamente a coloração de materiais resinosos. Foram confeccionados 54 discos e polimerizados através de uma tira de poliéster. Então, foram divididos em três grupos os quais houve o polimento utilizando o óxido de alumínio de 1 micrômetro, placa do diamante de 15 microns ou nenhum tratamento. Todos os espécimes foram imersos em água por dois dias e, em seguida, no café, coca cola ou vinho tinto por mais sete dias a 37°C. Realizaram medições de cor antes das imersões; após um e dois dias em água; e depois de um, dois, três e sete dias, nas soluções de armazenamento com o auxílio de um espectrofotômetro utilizando as coordenadas do sistema CIE $L^*a^*b^*$. Obtiveram como resultados que o tratamento de acabamento e a solução de armazenamento influenciaram significativamente na mudança de cor em geral (ΔE), sendo que um ΔE maior que 3,3 significa uma mudança de cor visível a olho nu. Concluíram que o acabamento com tiras de poliéster quando manchados em vinho tinto podem afetar significativamente a cor do material.

Vichi et al.⁶⁷, em 2004, realizaram um trabalho para testar a influência da exposição à água na estabilidade de cor de três resinas compostas estruturalmente diferentes. Foram selecionados seis tons Vita comparáveis de três sistemas de resina composta diferentes. Foram feitos três discos para cada produto em cada tonalidade. As amostras foram medidas com um espectrofotômetro. Foi utilizado o sistema CIE L*a*b* para os registros dos valores encontrados. A opacidade foi calculada como a razão entre a refletância de uma amostra de disco quando apoiada em padrão preto ou apoiada por um padrão branco. Após realizarem as medidas iniciais, as amostras foram armazenadas por 30 dias em água a 60°C e, em seguida foram realizadas novamente as medições com as mesmas condições. Utilizaram o ΔE para relatar a alteração de cor. Obtiveram como resultado que, com o padrão de $\Delta E < 3,3$ como clinicamente aceitável, um dos três materiais envolvidos no estudo mostrou uma mudança de cor inaceitável para todos os tons. Apenas um dos três materiais permaneceu completamente dentro de uma mudança de tom aceitável após o armazenamento. A diferença na estabilidade de cor entre os produtos foi significativa. Estas diferenças podem ter ocorrido devido à natureza diferentes das matrizes e pode também estar relacionada com as dimensões das partículas de enchimento. Quanto à opacidade obtiveram resultados semelhantes à cor. Concluíram que em alguns materiais o envelhecimento em água pode ocasionar mudanças de cor e opacidade.

Hassel et al.³³, em 2007, analisaram a confiabilidade inter examinador utilizando as coordenadas L*C*h* (valor, croma e matiz) em dentes anteriores in vivo com um aparelho espectrofotômetro e utilizou 2 diferentes métodos de treinamento para os examinadores. Um dos métodos foi instruir quanto à teoria geral e manuseio do instrumento e um manual prático, como o posicionamento da ponta da sonda nas dimensões horizontais e verticais sobre a superfície do dente para a medição da cor de base do dente. Neste grupo, foram instruídos a colocar a ponta da sonda acima da região onde encontra a maior parte de dentina, sendo que fotos de fatias finas sagital de diferentes dentes anteriores naturais foram utilizados para identificar esta região. O outro método foi o funcionamento manual fornecido pelo fabricante, mantendo – se uma distância mínima de 2 mm da borda incisal e a partir da margem do tecido gengival na colocação da ponta sonda mais perto possível da superfície do dente. Encontraram nos resultados valores ditos como muito bons quando analisado o CCI para a reprodutibilidade entre todos os examinadores. Porém, quando comparado examinador a examinador, foram encontrados resultados como inaceitável até excelente, dependendo da coordenada analisada e o dente. Concluiu-se que dependendo da análise que cada sujeito conduz pode-se ter um desvio de cor com notação clínica. Os autores concluíram que a pequena quantidade de examinadores não permitiu

que uma conclusão definitiva fosse alcançada quanto à confiabilidade do efeito de diferentes métodos de treinamento inter examinador.

Joiner et al.³⁸, em 2008, realizaram um trabalho de revisão de literatura acerca da cor do dente e percepção. Pesquisou bancos de dados virtuais com algumas palavras chaves, entre elas cor, branco, dentes, dente e brancura. Em suas conclusões relataram que com o desenvolvimento da ciência é possível que a odontologia tenha conseguido analisar cada vez mais de forma objetiva a cor do elemento dental. O sistema CIE L*a*b* tem sido o mais utilizado para referenciar as cores nestas pesquisas relatando as coordenadas L*, a* e b*. As medições in vivo têm sido feitas com espectrofotômetros, colorímetros e imagens digitais. Estas pesquisas mostraram uma variedade grande nos valores obtidos nas coordenadas L*, a* e b*. E também foi mostrada a contribuição que o valor da coordenada b* (relacionado a cor amarela) tem para a definição da cor natural do dente.

Lee et al.⁴⁵, em 2008, fez um estudo in vitro com a utilização de catalisadores para elevar a eficiência do clareamento dental. Segundo os autores, alguns produtos utilizados em trabalhos de manchamento de dentes, como por exemplo o chá, nem sempre podem ser padronizados. Então, os autores tiveram como objetivo desenvolver um modelo in vitro para simular a descoloração intrínseca do dente e avaliar a capacidade de catalisadores para melhorar o clareamento. Rodamina B, laranja II, Fe (III) de ftalocianina, e chá foram utilizados para corar os exemplares de dentes de 4 a 72h e subsequentemente clareados por H₂O₂. O processo foi fotografado usando um microscópio digital e uma câmera digital. A imagem foi transformada para receber L*, a*, b* do sistema CIE L*a*b* com software de processamento de imagem. A capacidade catalítica de irradiação de luz, mais adição de Fe / sódio-Y ou Mn / sódio-Y para espécimes corados pela Orange II foi avaliada em tubos de ensaio e em modelo de dente extraído. Concluíram que a cor das amostras coradas por Rodamina B não pôde ser recuperada após o clareamento. Além disso, a reação de Fe (III) ftalocianina com H₂O₂ em tubos de ensaio era demasiadamente rápida para ser monitorada. Ativação de luz mais o uso de Fe / sódio-Y ou Mn / sódio-Y podem acelerar significativamente eficiência de H₂O₂.

Em 2009 Browning et al.¹⁵ realizaram um trabalho comparando a determinação de cor por espectrofotômetro intra-oral e examinadores através de escala de cores. Foram utilizados dentes anteriores superiores nos quais foram medidas as escalas L*, C* e H* em três momentos diferentes durante um mês. Para analisar a reprodutibilidade intra examinador foi utilizado o CCI. Como resultado encontrou entre bom e muito bom dependendo do avaliador do aparelho e da coordenada avaliada. Já na coordenada relacionada com o croma os avaliadores tiveram reprodutibilidade moderada. Quando feita a

análise intra examinador os resultados de croma foram muito bom para espectrofotômetro e bom para os examinadores. Concluiu que o espectrofotômetro utilizado possui os melhores resultados em termos de concordância quando comparado com os examinadores utilizando escalas de cor.

Meirelles et al.⁵⁰ em 2010 analisaram a eficácia de diferentes concentrações de peróxido de carbamida para clareamento de dentes. Utilizaram dentes bovinos para o estudo, os quais foram submetidos a 3 sessões de clareamento, com 5 dias de intervalo entre elas. A avaliação de cor foi realizada por um espectrofotômetro antes, na semana do tratamento e uma semana após o término das sessões. O trabalho não relatou a realização de calibração do examinador que fez as análises em espectrofotômetro. Concluíram que todas as concentrações de peróxido de carbamida produziram resultados semelhantes quanto à melhora na cor do dente.

Dominguez et al.²⁴, no ano de 2011, realizaram um trabalho para analisar o quanto a luz influencia na eficácia de clareamento com um gel clareador. Examinaram a eficácia do clareamento de três agentes clareadores em combinação com seis sistemas de fotoativação. Os agentes clareadores foram estimulados com lâmpada halógena, diodo emissor de luz (LED), laser de baixa potência de diodo e de neodímio. Cento e vinte e seis incisivos humanos extraídos foram tratados e a mudança de cor, temperatura pulpar e alterações morfológicas no esmalte foram avaliadas. Apenas os grupos que foram fotoativados usando um laser de diodo, lâmpada halógena e LED mostraram diferenças estatisticamente significantes ($p < 0,005$) na mudança de cor quando comparado com o grupo controle (sem fotoativação). Nenhum protocolo registrou alteração significativa quanto ao aumento da temperatura. Microscopia eletrônica de varredura mostrou que não teve dano quanto à integridade do esmalte. Concluíram que a fonte de radiação é mais relevante do que o agente clareador para a eficiência do tratamento. A foto-ativação com o diodo emissor de luz foi considerado a melhor escolha, ela produziu uma mudança significativa de cor com apenas um pequeno aumento na pulpar temperatura.

Em 2011 Borges et al.¹⁴ realizaram um estudo in vitro para avaliar a eficácia de clareamento caseiro que utiliza 10% ou 16% de peróxido de carbamida modificado por caseína fosfato de cálcio amorfo-fosfopeptídeo e sua influência sobre a microdureza do esmalte clareado. Um total de 40 incisivos bovinos foi dividido em quatro grupos de acordo com o agente clareador utilizado: 10% de peróxido de carbamida; uma mistura de 10% de peróxido de carbamida e uma pasta de CPP-ACP; 16% de peróxido de carbamida; e uma mistura de 16% de peróxido de carbamida e uma pasta de CPP-ACP. Durante os 14 primeiros dias de clareamento, os espécimes foram armazenados em saliva artificial. A dureza de Vickers e a cor dos dentes foram avaliados antes e logo após o clareamento com

um aparelho que testa dureza e espectrofotômetro. Os parâmetros da Commission Internationale de l'Eclairage CIE $L^*a^*b^*$ (AE , AL^* , Aa^* e Δb^*) e parâmetros Vita de cores determinaram a cor. Os dados foram analisados por análise de variância e teste de Tukey. Os dentes que foram clareados com uma mistura de peróxido (10% ou 16%) e a pasta de CPP-ACP apresentaram aumento nos valores de microdureza após o clareamento comparado com antes, enquanto as amostras que foram clareadas com peróxido apenas não apresentaram diferenças quanto à dureza. Todos os agentes clareadores foram eficazes no clareamento e não mostraram uma diferença estatisticamente significativa.

No ano de 2012 Chan et al.¹⁸ analisaram a atividade de um clareamento dental caseiro quanto à eficácia no terço cervical, médio e incisal dos dentes usando um sistema de difusão térmica. A amostra foi de 50 dentes de 15 participantes com idades entre 18-62 anos. Para a investigação usou o sistema CIE $L^*a^*b^*$ em conjunto com Vitapan. A medição foi realizada em três áreas distintas de dente (cervical, corpo e incisal) antes do tratamento e 14 dias após o término do tratamento completo, que durou 10 dias, sendo aplicado pelo próprio paciente em sua residência duas vezes ao dia. Obtiveram como resultados um aumento extremamente significativos de L^* . Os valores médios de ΔE determinados pós-tratamento também foram altamente significativo para cada região do dente analisado. O sistema de clareamento dental testado tem bons resultados em todas as áreas do dente. Isso pode refletir a capacidade do produto em penetrar em determinadas áreas para solucionar manchamentos intrínsecos.

Lima et al.⁴⁷, em 2012, realizaram um trabalho in vitro para avaliar efeito de enxaguatórios contendo peróxido de hidrogênio. Utilizaram pré molares fixados em uma placa e armazenados em saliva artificial por 45 dias e imersos durante 1 minuto por dia em cada enxaguatório. Foram realizadas imagens digitais de cada dente e utilizado o sistema de cores CIE $L^*a^*b^*$. Os autores concluíram que dentro das limitações do estudo, ambos produtos produziram certo grau de clareamento, mas deve - se ter cuidado quanto ao seu pH. Os autores não citaram calibração de examinador.

Liang et al.⁴⁶, em 2012, estudaram o efeito da luz halógena sobre e concentrações de peróxido de hidrogênio no clareamento dental, e as variações de temperatura nos agentes clareadores e na polpa. Para isso utilizaram dezesseis pré-molares. Utilizaram um espectrofotômetro por meio do sistema CIE $L^*a^*b^*$. Concluíram que o clareamento em consultório é eficaz no clareamento dental e que o envolvimento de luz halógena foi benéfica para o efeito de clareamento imediato, mas teve pouco impacto sob o efeito de clareamento a longo prazo.

Sarafianou et al.⁵⁹, 2012, analisaram a repetibilidade e a concordância entre dois espectrofotômetros intra-orais sob diferentes iluminantes tais como luz natural, lâmpada

específica de cadeira odontológica e lâmpada comum. Foi avaliada a cor de incisivos superiores por três vezes com cada um dos instrumentos por um único examinador. Por meio do coeficiente de correlação de Spearman foi feita a análise estatística. Obteram como resultado que a repetibilidade não foi completamente satisfatória. A concordância de cada aparelho foi satisfatória, porém a concordância entre os aparelhos foi baixa sugerindo assim uma confiabilidade pobre. Sugeriram que os dois instrumentos utilizados não eram compatíveis.

De Vasconcelos et al.²² realizaram estudo em 2012 com o objetivo de avaliar se a utilização concomitante de um produto para sensibilidade e peróxido de hidrogênio e carbamida poderia ter efeito prejudicial no efeito dos produtos. Além disso, também investigaram uma possível correlação entre os parâmetros de cor L^* , a^* e b^* com os valores de ΔE . Para isso, utilizaram noventa incisivos bovinos, os quais foram expostos a nove diferentes protocolos. Para a avaliação da cor usaram um espectrofotômetro (ΔE , ΔL^* , Δa^* e Δb^*) e realizaram medidas em diferentes momentos (7, 14 dias durante o processo de clareamento e 7 dias após o final do clareamento). Nenhuma informação sobre calibração dos pesquisadores para a realização das leituras foi descrita. Foi observado que a combinação da pasta para sensibilidade e os agentes clareadores, em diferentes proporções não influenciou o clareamento conseguido. A coordenada Δa^* apresentou a maior correlação com a alteração de cor total (ΔE).

Em 2010, Adeyemi et al.² publicaram estudo no qual desenvolveram e avaliaram um novo método, baseado no uso de fluorescência induzida e imagens digitais, para avaliação de cor em dentes naturais. Além disso, os autores compararam esse novo método com resultados de espectrofotômetro. Foram utilizados 16 dentes bovinos que foram submetidos a um processo de manchamento por chá durante 6 dias. As leituras de cor foram tomadas no início e uma vez por dia. Passado esse período, os dentes foram submetidos ao processo de clareamento com peróxido de hidrogênio a 33% e as leituras de cor foram realizadas após 30, 60, 120 e 150 minutos de imersão no agente clareador. Foi avaliada a possível correlação entre os valores de ΔF obtidos pelo novo sistema (QLF) e os valores de ΔE obtidos no espectrofotômetro por meio da correlação de Pearson. A reprodutibilidade intra examinador para cada método foi avaliada pelo CCI. De forma geral, os autores observaram correlação significativa entre os dois métodos. A reprodutibilidade foi ligeiramente superior quando o espectrofotômetro foi utilizado.

Ozat et al.⁵⁴ em 2013 realizaram um trabalho para avaliar a perceptividade de cor do olho humano quanto a repetitividade e confiabilidade para seleção de cor. Para isso cinquenta e quatro cirurgiões dentistas voluntários foram convidados para notar a cor de incisivo central superior utilizando uma escala de cor. Foi realizada uma medição e, um mês

após, outra medição. Foram medidas as coordenadas L^* , a^* e b^* por um espectrofotômetro. Os autores reportaram que os cirurgiões dentistas não têm uma repetitividade satisfatória, porém conseguem fazer uma seleção de cor clinicamente aceitável.

Torres et al.⁶⁴ em 2013 estudaram a eficácia de enxaguatórios bucais e creme dental para clarear os dentes comparando com o peróxido de carbamida 10%. Foram utilizados corpos de prova de dentes bovinos escurecidos em café. A leitura da cor foi realizada com um espectrofotômetro usando as coordenadas CIE $L^*a^*b^*$. Não foi realizada calibração do examinador. Obteve como resultados que alguns cremes dentais apresentaram alterações de cores parecidas enquanto alguns enxaguatórios apresentaram, após 14 dias, resultados semelhantes com os encontrados com peróxido de carbamida 10%.

D'arce et al.²¹ em 2013 realizaram um trabalho para verificar a eficácia de baixa e alta concentração de agentes clareadores em esmalte e dentina profunda. Incisivos bovinos manchados foram divididos em 10 grupos de acordo com a espessura da amostra (2,0 mm ou 3.5 mm) e do agente clareador. Durante o experimento as amostras foram mantidas em saliva artificial. Para avaliar a mudança de cor foi utilizado um espectrofotômetro após coloração artificial com chá preto e depois de uma semana da utilização dos clareadores. Os dados foram expressos através do sistema CIE $L^*a^*b^*$. A coordenada L^* foi submetida à análise de variância e teste de Tukey-Kramer e os valores de ΔE também foram submetidos à análise de variância em uma análise de variância e teste de Tukey. Obtiveram como resultado que não houve diferenças entre os agentes clareadores no esmalte. E para dentina os agentes clareadores que possuíam cálcio apresentaram os valores mais baixos. Concluíram que peróxido de hidrogênio com cálcio em alta concentração foi menos eficaz na dentina profunda do que o peróxido de carbamida em baixa concentração.

Hahn et al.³¹, em 2013, realizaram um trabalho para testar a eficácia de fotoativação de agentes clareadores e o efeito na temperatura pulpar. O objetivo deste estudo in vitro foi avaliar a estabilidade de cor do clareamento após fotoativação com luz halógena, laser, LED ou ativação química até 3 meses após o tratamento. Quatro grupos de dentes foram clareados com Opalescence Xtra Boost (38% de peróxido de hidrogênio) usando quatro métodos diferentes: ativação com luz halógena, LED, laser ou apenas ativação química. Todos os dentes foram clareados por quatro vezes em uma sessão (4x15 minutos) e a cor foi avaliada utilizando um espectrofotômetro nos seguintes momentos: antes do clareamento, imediatamente após o clareamento, 1 dia, e 1 e 3 meses após o término do clareamento. Entre os intervalos de tempo testados, os dentes foram armazenados em solução de NaCl 0,9%. A temperatura na câmara pulpar foi medida

usando um sensor de medição conectado a um computador. O clareamento com a unidade de luz halógena apresentou a maior mudança de cor. Luz halógena, laser e ativação química resultaram em dentes mais brancos, após 1 e 3 meses em comparação com a cor após o fim do procedimento ($p \leq 0,05$). Quanto à temperatura da câmara pulpar a luz halógena apresentou a maior temperatura ($17,39^{\circ}\text{C} \pm 1,96$), seguido pelo laser ($14,06^{\circ}\text{C} \pm 2,55$) e LED ($0,41 \pm 0,66^{\circ}\text{C}$). Ativação química não afetou a temperatura da câmara pulpar. O uso de ativação de luz não mostrou vantagens em relação aos produtos químicos. Embora unidade halógena tenha apresentado alteração maior de sombra, o seu uso resultou também na temperatura pulpar mais elevada. Concluíram que o clareamento fotoativado não parece ser benéfico em comparação com o clareamento sem fotoativação.

Ablal et al.¹ realizaram, em 2013, um estudo in vitro para avaliar o efeito de clareamento com dióxido de cloro e a taxa de ação comparado com peróxido de hidrogênio em concentração similar. Foram utilizados sessenta incisivos bovinos os quais foram lixados e polidos para obter uma superfície lisa e plana. Estes dentes então foram submetidos à manchamentos com saliva artificial, clorexidina e chá antes de serem divididos aleatoriamente em três grupos: dióxido de cloro, peróxido de hidrogênio e água deionizada. Para avaliação de cor foi utilizado um espectrofotômetro e o sistema CIE $L^*a^*b^*$; as medidas foram realizadas no início do estudo e após 2 minutos depois de cada ciclo de clareamento que durava 30 minutos. Apresentaram que a coordenada L^* para dióxido de cloro foi significativamente maior apenas depois do primeiro ciclo enquanto que para as amostras de água deionizada, L^* aumentou significativamente após os primeiros dois ciclos e continuou a aumentar, a uma taxa mais lenta até o final dos ciclos de tratamento. Os valores de ΔE para o dióxido de cloro foram significativamente maiores. Concluíram que o dióxido de cloro clareia os dentes em um ritmo mais rápido do que o peróxido de hidrogênio.

Em 2013, Campos et al.¹⁶ relataram em seu trabalho que testes realizados em laboratório são muitas vezes realizados de acordo com as instruções fornecidas pelos fabricantes de materiais ou equipamentos, e que isso nem sempre garante a coleta de dados confiáveis. Desta forma colocam que é necessário desenvolver estudos para avaliar a reprodutibilidade que das medidas inter e intra-examinadores. Realizaram estudo com o objetivo de avaliar a reprodutibilidade de um método para avaliação de cor em resina composta. Foram confeccionados espécimes padronizados com a resina composta e estes foram submetidos a leituras de cor e dureza por examinadores previamente treinados. Duas leituras foram realizadas em cada corpo-de-prova com intervalo de uma semana. Cada amostra ficou armazenada em saliva artificial na temperatura de $37 \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 7 dias. As leituras de cor utilizaram as coordenadas L^* , a^* e b^* do sistema CIE Lab. Foi utilizado o CCI para análise intra e inter examinadores. Para as leituras de cor, à reprodutibilidade intra-

examinador do examinador 1 foi CCI = 0,79(L*), 0,44 (a*) e 0,76 (b*). E para o examinador 2 foi CCI = 0,84(L*), 0,23 (a*) e 0,21 (b*). O trabalho mostrou que apenas o protocolo de uso do equipamento e um treinamento dos examinadores não são suficientes para obter dados confiáveis. Desta forma foram realizados ajustes no protocolo experimental para padronizar melhor o experimento, e novamente foram realizados os testes. Foram obtidos elevados valores de CCI para ambos os examinadores. Quanto a reprodutibilidade inter-examinadores os resultados obtidos foram CCI = 0,86(L*), 0,87 (a*) e 0,91 (b*) para as coordenadas relacionadas à cor e 0,79 para dureza. Chegaram à conclusão que a calibração intra e inter-examinador é essencial para obter um resultado de qualidade e confiável em testes laboratoriais.

Alshara et al.⁴ realizaram estudo em 2014 para investigar o modo de ação e o efeito de clareamento com dentifrícios. Foram utilizados 256 espécimes de dentes bovinos que foram parcialmente manchados e divididos em 8 grupos: 6 dentifrícios, controle negativo com água ionizada e um não clareado. Em seguida, foram separados em 2 subgrupos: só com o dentifrício (químico) e com dentifrício e abrasão (mecânico). Utilizaram os dentifrícios 2 vezes ao dia por 1 minuto e as amostras foram manchadas durante 5h artificialmente. Este protocolo foi repetido durante 5 dias e as alterações de cor do esmalte (AE) foram medidos depois de cada dia. Nos grupos químico e mecânico, observou-se clareamento com todos os dentifrícios após 1 dia. No segundo e no quinto dia foram observadas alterações não significativas em cores para todos os grupos. Foram observadas diferenças no ΔE entre dentifrícios que sugeriram correlação com o seu nível abrasivo. Nos grupos químicos não foram observadas diferenças significativas entre eles, permanecendo um ΔE constante. Os valores ΔE mais altos foram encontrados no modelo químico – mecânico. Concluíram que todos os cremes dentais testados foram eficazes no clareamento e o melhor modo de ação mostrou-se quando associado à forma mecânica. O nível de abrasão dos dentifrícios parece determinar a sua eficácia de clareamento.

PROPOSIÇÃO

3 PROPOSIÇÃO

3.1 Objetivo Geral

Este estudo teve como objetivo avaliar a confiabilidade das medidas efetuadas em espectrofotômetro para análise de cor in vitro em espécimes confeccionados com esmalte e dentina bovinos.

3.2 Objetivos Específicos

Foram delineados dois objetivos específicos:

- 1- Avaliar a confiabilidade, por meio de análise de concordância e reprodutibilidade intraexaminador das coordenadas L^* , a^* e b^* obtidas em espectrofotômetro para análise de cor em corpos-de-prova confeccionados com esmalte e dentina bovinos;
- 2- Estabelecer um protocolo reprodutível para confecção e leitura dos corpos-de-prova a partir de dentes naturais.

MATERIAL E MÉTODO

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Delineamento Experimental

Realizou-se um ensaio laboratorial, duplo-cego. As variáveis dependentes avaliadas foram as coordenadas colorimétricas L^* , a^* e b^* , obtidas por meio da utilização de um espectrofotômetro acoplado a um microcomputador. Essas medidas foram realizadas por um único examinador, cego em relação à amostra avaliada, em dois momentos distintos com intervalo de uma hora entre as leituras. O tamanho amostral foi definido em 100 espécimes por tipo de superfície (esmalte e dentina), de acordo com as recomendações de Walter et. al. (1998)⁶⁸, considerando $\alpha=0,05$; $\beta=0,20$ e uma concordância mínima esperada de 50%.

4.2. Confecção dos Corpos de Prova

Foram utilizados 200 incisivos bovinos, com integridade superficial satisfatória, sem trincas e rachaduras, e com tonalidade semelhante, obtidos de gado com idade de aproximadamente 2 anos, abatido por finalidade comercial seguindo procedimento humanitário. Os dentes foram submetidos à limpeza realizada com cureta periodontal e profilaxia com pedra pomes e água e foram estocados em solução de timol à 0,1%, sob refrigeração (4°C), até o momento de sua utilização. É importante destacar que o início do desenvolvimento dessa pesquisa ocorreu no ano de 2012, quando ainda não havia exigência de autorização do uso de dentes bovinos pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP.

Para a confecção dos corpos de prova, os dentes foram retirados da solução de timol e lavados em água corrente. Em seguida, foram secos com gaze e fixados em placas de madeira com o auxílio de godiva de alta fusão (Figura 1). A raiz de cada dente foi descartada e, com o auxílio da máquina de corte Isomet 4000® - BUEHLER® (Figura 2), foram realizados quatro cortes na porção central da face vestibular da coroa de cada dente bovino a fim de se obter um espécime quadrado com medidas de 8x8mm (Figura 3).

Figura 1. Fixação do dente bovino em placa de madeira com godiva de alta fusão para realização da secção da raiz e cortes. Araraquara, São Paulo, 2014.



Figura 2. Máquina de corte Isomet 4000® - BUEHLER® utilizada para secção da raiz e corte do espécime. Araraquara, São Paulo, 2014.



Figura 3. Espécime quadrado (8x8mm) obtido de coroa de dente bovino, após realização dos cortes em máquina de corte Isomet 4000® - BUEHLER®. Araraquara, São Paulo, 2014.



4.2.1 Corpos de prova com superfície em esmalte

Cem espécimes quadrados (8x8mm) foram posicionados no centro de matrizes circulares confeccionadas com silicona de adição, que possuíam um orifício central de 10mm de diâmetro por 3mm de espessura (Figura 4). Em seguida, cada matriz foi preenchida com resina acrílica Dencôr 67 (Dencôr, Clássico Ltda, Campo Limpo, São Paulo, Brasil) pigmentada com corante preto (LANXESS XADREZ, Porto Feliz, São Paulo, Brasil) para se obter uma coloração cinza, compatível com a cor do posicionador do espectrofotômetro que foi utilizado posteriormente para realização das medidas de cor. Após a polimerização da resina acrílica, o corpo de prova (dente + resina) foi removido da matriz e sua superfície superior foi submetida a aplainamento e polimento com lixas d'água de granulação crescente sequencial (400, 600, 1200) na velocidade de 600rpm em uma politriz (PanambraStruers DP-10- Panambra, São Paulo, Brasil) (Figura 5). Dessa forma, foram obtidos corpos de prova com 10mm de diâmetro por 3mm de espessura, os quais continham em sua parte central o espécime de dente bovino com a superfície de esmalte regularizada (Figura 6). Todos os corpos de prova foram mantidos individualmente em saliva artificial estéril, a 37°C, em recipientes plásticos com tampa, identificados com números, até o momento das leituras de cor (Figura 7).

Figura 4. Espécime quadrado (8x8mm) obtido a partir de dente incisivo bovino posicionado no centro de matriz de silicona de adição. Araraquara, São Paulo, 2014.



Figura 5. Aplainamento e polimento do corpo de prova com lixas d'água de granulação crescente sequencial (400, 600, 1200) na velocidade de 600rpm em uma politriz (PanambraStruers DP-10- Panambra, São Paulo, Brasil). Araraquara, São Paulo, 2014.



Figura 6. Corpo de prova com 10mm de diâmetro por 3mm contendo em sua parte central o espécime de dente bovino. Araraquara, São Paulo, 2014.



Figura 7. Armazenamento dos corpos de prova em saliva artificial no interior de recipientes plásticos com tampa identificados com números. Araraquara, São Paulo, 2014.



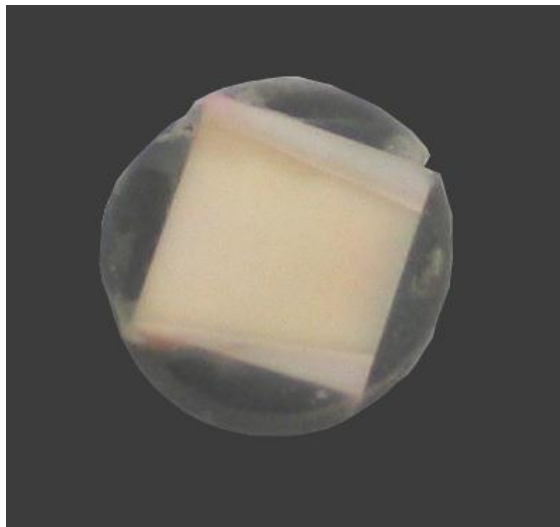
4.2.2 Corpos de prova com superfície em dentina

Os demais com espécimes quadrados (8x8mm) foram utilizados para a exposição da superfície dentinária. Esta etapa foi realizada com auxílio de uma pinça hemostática para posicionamento da superfície vestibular dos espécimes em Máquina Recortadora de Gesso (DCL, Campinas, Brasil), com pressão manual constante. Após o desgaste para exposição da dentina, as superfícies foram aplainadas e polidas com lixas d'água de granulação crescente sequencial (400, 600, 1200) na velocidade de 600rpm em politriz (PanambraStruers DP-10- Panambra, São Paulo, Brasil).

Em seguida, os espécimes com a superfície dentinária exposta foram posicionados no centro de matrizes circulares de silicone adição, as quais foram preenchidas com resina acrílica cinza conforme já descrito no Item 4.2.1. Após o preenchimento, os corpos de prova foram removidos das matrizes e lixados com lixas d'água com granulação 1200 na velocidade de 600rpm em politriz para retirada do excesso de resina acrílica sobre o dente. Dessa forma, obteve-se corpos-de-prova com 10mm de diâmetro por 3mm de espessura, os quais continham em sua parte central o espécime de dente bovino com a superfície dentinária exposta (Figura 8).

Todos os corpos de prova foram mantidos individualmente em saliva artificial estéril, a 37°C, em recipientes plásticos com tampa identificados com números até o momento das leituras de cor.

Figura 8. Corpo-de-prova com 10mm de diâmetro por 3mm de espessura, contendo em sua parte central o espécime de dente bovino com a superfície dentinária exposta. Araraquara, São Paulo, 2014.



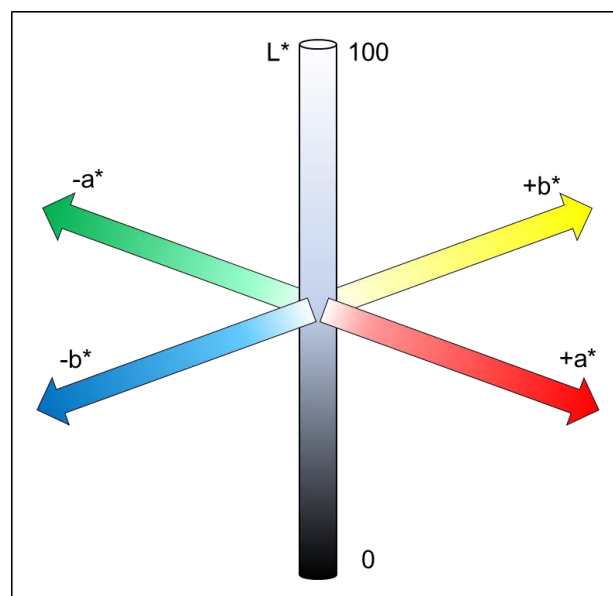
4.3. Avaliação da Cor

4.3.1 Espectrofotômetro de colorimetria

Para a leitura da cor utilizou-se o espectrofotômetro de colorimetria (Color guide 45/0 PCB 6807 BYK-Gardner GmbH, Geretsried, Alemanha) com comprimento de onda de 400 a 700nm por meio de transmissão direta, com iluminação padrão D65 sobre fundo branco. Este aparelho emite intensidade de luz de forma espectral de maneira a incidir a luz em um ângulo de 45° com a superfície dos corpos-de-prova.

O espectrofotômetro realiza as medidas de cor de acordo com o Sistema CIELab recomendado pela CIE (Commission Internationale de l'Eclairage). Esse sistema determina três coordenadas colorimétricas sendo que a L^* determina a luminosidade, a qual varia de zero a cem, seguindo do preto puro ao branco puro, respectivamente. Os valores a^* e b^* são medidas de cromaticidade, em que a^* relaciona-se com o eixo verde-vermelho, ou seja, quando a coordenada a^* for negativa ($-a^*$), a cor do objeto tende ao verde. Quando esta coordenada for positiva ($+a^*$), a tendência é a direção ao vermelho. Já o b^* relaciona-se com o eixo azul-amarelo, ou seja, indica a direção para azul ($-b^*$) e para o amarelo ($+b^*$). Quando estas duas coordenadas aproximam-se do valor zero, estamos próximos de uma área acromática (Figura 9).

Figura 9. Sistema CIELab recomendado pela CIE (Commission Internationale de l'Eclairage) indicando os três eixos de cores: L^* , a^* e b^* . Araraquara, São Paulo, 2014.



4.3.2 Realização das medidas

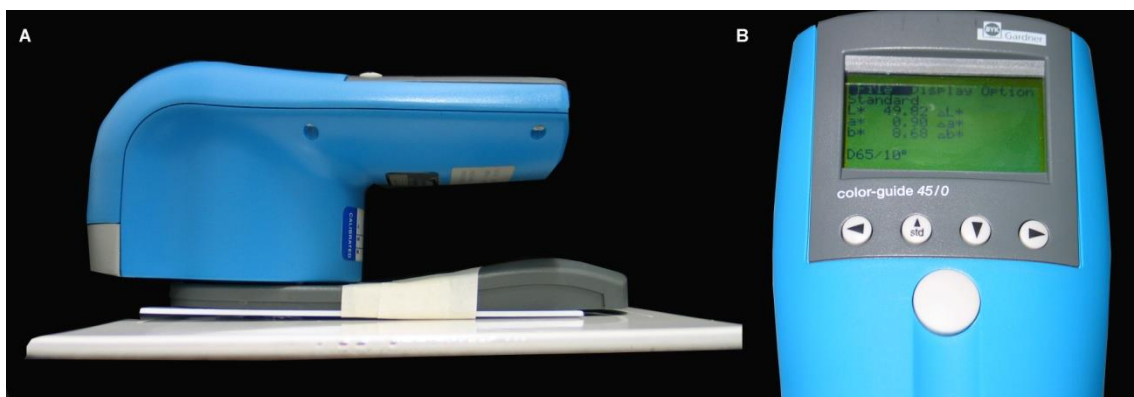
No momento da mensuração da cor os espécimes foram removidos da saliva artificial e secos cuidadosamente com uma compressa de gaze. Cada corpo de prova foi posicionado em um anteparo acrílico branco leitoso de 15cm de comprimento, 7cm de largura, 3cm de diâmetro e com orifício central de 10mm de diâmetro. Esse anteparo forma um conjunto com o posicionador do equipamento. O conjunto anteparo/posicionador foi colocado sobre um azulejo branco (Figura 10). Para padronização da leitura, foi realizada uma marcação no corpo de prova, no anteparo e no azulejo branco de forma que o conjunto fosse colocado sempre na mesma posição. Essas etapas foram realizadas por um mesmo Examinador (E1). Em seguida, o espectrofotômetro de colorimetria foi posicionado pelo Examinador 2 (E2) sobre o conjunto e foi realizada leitura de cor na opção *standard* (Figura 11A). Os valores obtidos pelo espectrofotômetro foram registrados no próprio *display* do equipamento (Figura 11B) e, em seguida, transferidos a microcomputador acoplado ao espectrofotômetro mediante um software específico (BYKWARE Easylink), o qual registrou os valores de cor. Imediatamente após a leitura, o E1 removeu o corpo de prova e o devolveu para seu recipiente contendo saliva artificial.

Para cada tipo de substrato, foram realizadas as leituras de todos os corpos de prova de forma aleatória e, passado o período de uma hora, os procedimentos de leitura foram repetidos.

Figura 10. Conjunto anteparo/posicionador do espectrofotômetro disposto sobre um azulejo branco com o corpo de prova posicionado no orifício central. Araraquara, São Paulo, 2014.



Figura 11. Espectrofotômetro de colorimetria posicionado para realização da leitura de cor (A) e valores de leitura mostrados no display do equipamento (B). Araraquara, São Paulo, 2014.



4.4 Planejamento Estatístico

Inicialmente procedeu-se análise exploratória dos dados para cada coordenada colorimétrica separadamente. Os valores considerados *outliers* foram identificados de acordo com a distância interquartídea e então substituídos pela média até o limite de 10% do tamanho da amostra. Em seguida a análise descritiva foi conduzida novamente e duas abordagens foram adotadas. Na primeira, para cada corpo-de-prova, foram calculadas as diferenças entre os valores da mesma coordenada nos dois momentos de leitura (ΔL^* , Δa^* , Δb^*). O pressuposto de normalidade das diferenças foi avaliado por meio das medidas de forma Assimetria e Curtose, o qual foi atendido de acordo os limites propostos por Kline⁴³. Em seguida, foram calculados limites de concordância e construídos gráficos de dispersão do tipo Bland-Altman utilizando-se o programa MedCalcStatistical Software, versão 13.2.0 (MedCalc Software bvba, Ostend, Belgium; <http://www.medcalc.org>; 2014).^{12,48} A reprodutibilidade intraexaminador das medidas das três coordenadas colorimétricas foi estimada por meio do Coeficiente de Correlação Intraclass (ρ) e seu Intervalo de Confiança ($IC_{95\%}$), para concordância absoluta e medidas únicas, considerando-se o modelo de Análise de Variância a dois fatores aleatórios⁴⁹. Em função do valor de ρ obtido, o grau de concordância entre as medidas foi classificado segundo a proposta de Fermanian²⁶ (Tabela 1). O nível de significância adotado foi de 5%. Os valores das medidas das três coordenadas nos dois momentos de leitura (ΔL^* , Δa^* , Δb^*) também foram utilizados para o cálculo do ΔE , de acordo com a Equação 1, para se avaliar o comprometimento que uma possível falta de concordância possuiria do ponto de vista prático. Cabe esclarecer que o estatístico responsável pelas análises esteve cego quanto à origem dos dados.

Tabela 1. Classificação da concordância, segundo proposta de Fermanian²⁶. Araraquara, São Paulo, 2014.

CCI	Concordância
<0,31	Nula
0,31 0,51	Pobre
0,51 0,71	Moderada
0,71 0,91	Boa
0,91 1,00	Muito boa

RESULTADOS

5 RESULTADOS

De acordo com a Tabela 2, os espécimes que tiveram as medidas de cor realizadas na superfície de esmalte mostraram os maiores valores de leitura para a coordenada L^* e baixa variabilidade entre os diferentes corpos-de-prova ($CV_{L^*1}=5,77\%$; $CV_{L^*2}=5,86\%$), em relação aos demais parâmetros colorimétricos. Os dois outros parâmetros (a^* e b^*) apresentaram valores baixos de leituras, compreendendo valores negativos e positivos. A dispersão entre esses espécimes foi extremamente alta, especialmente para a coordenada b^* ($CV_{a^*1}=159,34\%$; $CV_{a^*2}=205,23\%$; $CV_{b^*1}=2232,54\%$; $CV_{b^*2}=35935,72\%$).

Tabela 2. Estatísticas descritivas da avaliação das coordenadas colorimétricas L^* , a^* , b^* obtidas em dois momentos distintos de avaliação (1 e 2) para os espécimes de esmalte bovino. Araraquara, São Paulo, 2014.

Coordenadas Colorimétricas	Estatísticas				
	Média	Desvio-padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
L^*1	59,87	3,45	59,90	48,22	67,35
L^*2	60,22	3,53	60,55	49,32	68,39
a^*1	-0,66	1,05	-0,74	-2,87	2,76
a^*2	-0,51	1,05	-0,58	-3,03	3,26
b^*1	-0,11	2,43	-0,51	-5,06	6,85
b^*2	-0,01	2,56	-0,68	-5,03	7,37

Os gráficos de dispersão Bland-Altman para análise de concordância dos parâmetros L^* , a^* e b^* nos espécimes em esmalte estão mostrados na Figura 12 (L, a, b). Para a coordenada L^* , foi observado que 7% dos espécimes apresentaram diferenças (ΔL^*) fora dos limites de concordância estabelecidos, sendo 6% abaixo do limite inferior. Gráficamente notou-se suave tendência do ΔL^* diminuir proporcionalmente ao aumento nos valores médios da coordenada L^* , no entanto, a correlação não foi estatisticamente significativa ($r=-0,095$; $t=-0,9444$; $p=0,3472$). Notou-se que 8% dos espécimes apresentaram Δa^* fora da faixa de 95% concordância, distribuídos uniformemente acima e abaixo dos limites. No gráfico é possível verificar uma nuvem de pontos sem nenhuma tendência aparente, o que

foi confirmada pela correlação não significativa entre o Δa^* e a média das leituras ($r=0,0067$; $t=0,0661$; $p=0,9474$).

A análise da concordância entre as duas leituras da coordenada b^* mostrou que 7% dos espécimes apresentaram Δb^* fora dos limites de concordância estabelecidos, sendo 5% acima do limite superior. Notou-se graficamente uma tendência do Δb^* diminuir proporcionalmente ao aumento nos valores médios dessa coordenada, a qual foi considerada estatisticamente significativa ($r=-0,2444$; $t=-2,4947$; $p=0,0142$). Apesar disso, essa correlação possuiu força reduzida já que apenas 5,97% das variações no Δb^* podem ser explicados pela variação nos valores médios da coordenada b^* .

Os corpos-de-prova com a superfície dentinária exposta mostraram comportamentos diferentes para cada coordenada colorimétrica (Tabela 3). De forma semelhante ao esmalte, a coordenada L^* apresentou os maiores valores de leitura e a menor variabilidade inter-amostras ($CV_{L^*1}=6,54\%$; $CV_{L^*2}=6,36\%$), enquanto que os valores medidos para o parâmetro a^* compreenderam valores negativos e positivos e alta variabilidade ($CV_{a^*1}=113,38\%$; $CV_{a^*2}=105,33\%$). As leituras da coordenada b^* apresentaram apenas valores positivos e variabilidade intermediária entre os demais parâmetros ($CV_{b^*1}=30,33\%$; $CV_{b^*2}=30,47\%$).

Tabela 3. Estatísticas descritivas da avaliação das coordenadas colorimétricas L^* , a^* , b^* obtidas em dois momentos distintos de avaliação (1 e 2) para os espécimes de dentina bovino. Araraquara, São Paulo, 2014.

Coordenadas	Estatísticas				
	Colorimétricas	Média	Desvio-padrão	Mediana	Mínimo Máximo
L^*1		63,39	4,15	63,47	51,92 73,54
L^*2		63,12	4,01	63,07	51,52 72,56
a^*1		-0,66	0,74	-0,63	-2,14 1,85
a^*2		-0,70	0,74	-0,63	-2,37 2,08
b^*1		8,28	2,51	8,20	3,32 14,71
b^*2		8,10	2,47	8,19	2,56 13,80

Os gráficos de dispersão Bland-Altman para análise de concordância dos parâmetros L^* , a^* e b^* nos espécimes em dentina estão mostrados na Figura 13 (L , a , b), respectivamente.

Foi observado que 12% dos espécimes apresentaram ΔL^* fora da faixa de 95% concordância, distribuídos uniformemente acima e abaixo dos limites. Apesar da discreta tendência linear observada graficamente, a correlação entre o ΔL^* e a média das leituras não foi significativa ($r=0,1193$; $t=1,1891$; $p=0,2372$). Para a coordenada a^* , 8% dos espécimes apresentaram Δa^* fora da faixa de 95% concordância, distribuídos uniformemente acima e abaixo dos limites. A maioria das diferenças entre os valores obtidos nas duas leituras (60%) se localizaram abaixo da média calculada e a nuvem de pontos não mostrou correlação linear entre o Δa^* e a média das leituras ($r=0,0145$; $t=0,1440$; $p=0,8858$). Com relação à coordenada b^* , observou-se que 4% dos corpos-de-prova apresentaram Δb^* fora da faixa de 95% concordância. As diferenças entre os valores obtidos nas duas leituras se distribuíram uniformemente (50%) acima e abaixo da média calculada, sendo observada correlação não significativa entre o Δb^* e a média das leituras ($r=0,0625$; $t=0,6203$; $p=0,5365$).

A análise de reprodutibilidade intraexaminador mostrou valores de CCI classificados como “Muito Bom” ($CCI \geq 0,91$) de acordo com a proposta de Fermanian²⁶ para as todas as coordenadas nos dois tipos de espécimes, com exceção da coordenada a^* em esmalte bovino, a qual foi considerada “Boa” ($0,71 \leq CCI < 0,91$). Para as leituras em esmalte, não se observa cruzamento dos limites dos $IC_{95\%}$ da coordenada a^* com as demais, confirmando a menor reprodutibilidade desse parâmetro (Figura 14) Nos espécimes de dentina, a coordenada a^* também mostrou valor de CCI inferior, porém houve embricamento com os $IC_{95\%}$ das outras medidas, embora isto tenha ocorrido bem próximo ao limite dos intervalos.

A realização de duas leituras em cada espécime também possibilitou estimar a variação de cor (ΔE) entre os dois momentos. Para os corpos-de-prova com superfície em esmalte, observou-se média de $\Delta E=1,02$ ($IC_{95\%}=0,92-1,12$; Mínimo=0,05; Máximo=2,59) e as medidas em dentina resultaram em média de $\Delta E=1,16$ ($IC_{95\%}=1,01-1,32$; Mínimo=0,14; Máximo=3,43).

Figura 12. Dispersão das diferenças entre a primeira e a segunda leitura das três coordenadas colorimétricas (ΔL^* , Δa^* , Δb^*) em relação à média das duas leituras (gráfico Bland-Altman) dos corpos-de-prova de esmalte bovino. A linha contínua refere-se à média das diferenças e as linhas tracejadas referem-se aos limites de concordância ($1,96 \times$ desvio padrão) superior e inferior. Araraquara, São Paulo, 2014.

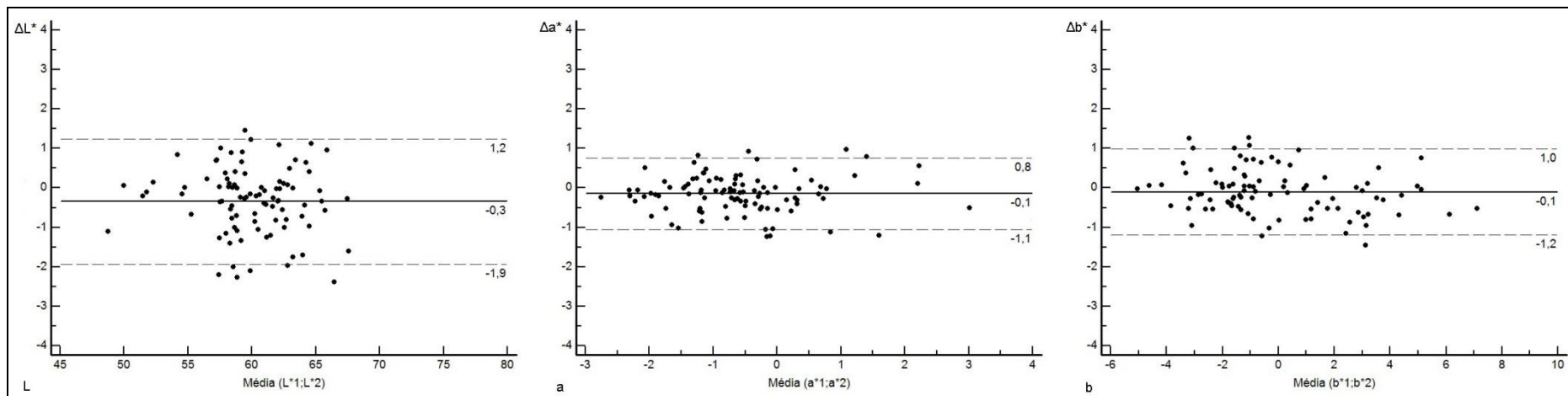


Figura 13. Dispersão das diferenças entre a primeira e a segunda leitura das três coordenadas colorimétricas (ΔL^* , Δa^* , Δb^*) em relação à média das duas leituras (gráfico Bland-Altman) dos corpos-de-prova de dentina bovino. A linha contínua refere-se à média das diferenças e as linhas tracejadas referem-se aos limites de concordância ($1,96 \times$ desvio padrão) superior e inferior. Araraquara, São Paulo, 2014.

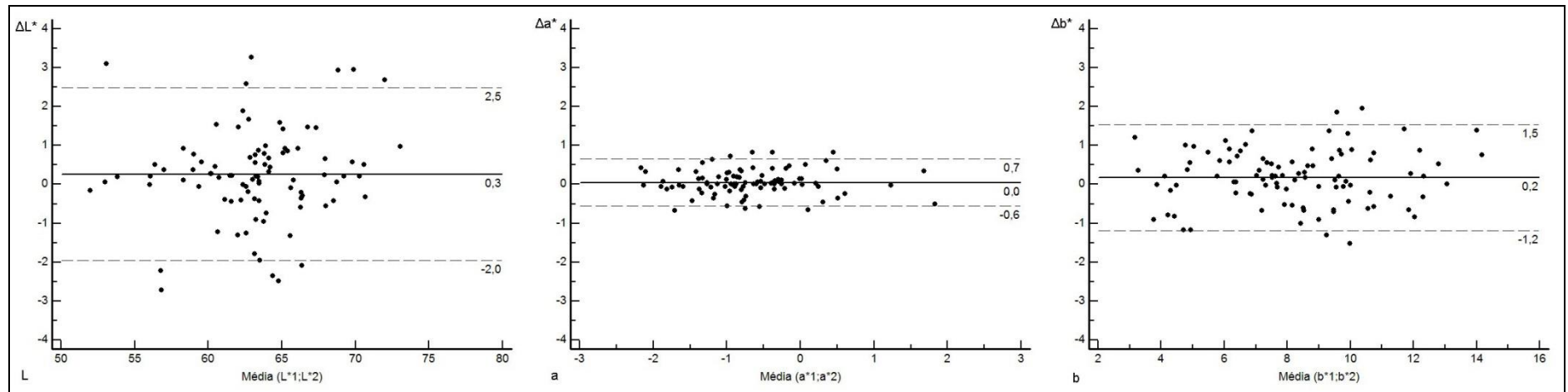
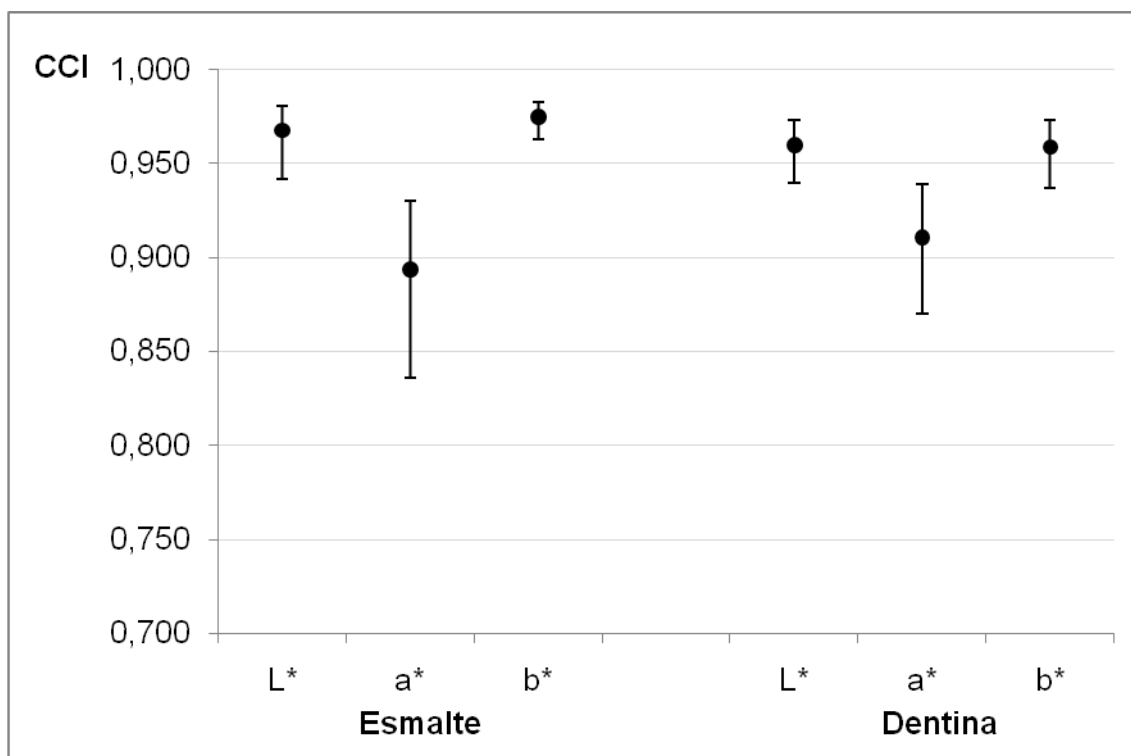


Figura 14. Coeficiente de Correlação Intraclass (CCI) e respectivos Intervalos de Confiança (IC95%) obtidos para análise de reprodutibilidade intra-examinador das três coordenadas colorimétricas (L^* , a^* , b^*) em esmalte e dentina bovina. Araraquara, São Paulo, 2014.



DISCUSSÃO

6 DISCUSSÃO

Em qualquer pesquisa científica, o requisito essencial para a realização de uma medida é que os dados obtidos a partir dela sejam válidos e confiáveis²³. As análises de concordância e reprodutibilidade são abordagens estatísticas utilizadas para se avaliar confiabilidade e dizem respeito ao grau em que medidas repetidas em unidades experimentais estáveis (pacientes e corpos-de-prova, por exemplo) proporcionam resultados semelhantes. A variação existente entre diferentes avaliações em uma mesma unidade amostral é reconhecido como o erro de medida¹¹. Dessa forma, cabe aos pesquisadores a quantificação e controle desse componente de erro, a fim de garantir que as fontes de variação não desejadas sejam controladas adequadamente para a coleta dos dados.

O estudo da cor na Odontologia vem sendo frequentemente realizado por meio de medidas baseadas no espaço CIELAB, as quais podem ser obtidas com a utilização de equipamentos como os espectrofotômetros³⁸. Os fabricantes desses dispositivos normalmente garantem a calibração de fábrica dos mesmos, o que muitas vezes é mal interpretado levando à sua utilização científica sem a realização de calibração dos pesquisadores para a tomada das medidas colorimétricas^{1,4,14,16,18,21-2,24,31,46-7,50,64}. Já foi previamente descrito que a superfície onde o espectrofotômetro é amparado no momento das leituras, assim como a luminosidade do ambiente podem interferir nos valores de L^* , a^* e b^* aferidos e, quando tais fatores não são controlados durante um experimento, causam prejuízos na reprodutibilidade dos dados^{2,16}. De fato, é sugerido na literatura que diferenças entre os valores provenientes de medidas repetidas podem resultar do próprio instrumento de medida e das circunstâncias em que as medições são realizadas, como temperatura e luminosidade²³. Outras fontes de variação podem ser provenientes da variação biológica e temporal, características da variável dependente em análise, como é o caso da cor²³. Por essa razão, no presente estudo as medidas de cor nos dois momentos de avaliação foram realizadas segundo as recomendações de Campos et. al.¹⁶, sendo utilizados um mesmo ambiente físico, uma placa de acrílico branco leitosa sob o anteparo do espectrofotômetro, controle da iluminação natural e artificial, e o intervalo entre as medidas repetidas foi de apenas uma hora.

Uma vez controlada a variação natural, a relacionada ao instrumento e acircunstancial, espera-se que qualquer diferença encontrada entre medidas repetidas

tenha origem aleatória, a qual teoricamente não pode ser controlada, mas possui a tendência a se anular dentro de um mesmo experimento. Além disso, foi estabelecido um protocolo para confecção de corpos-de-prova de dente bovino com dimensões uniformizadas e superfícies de leitura regularizadas, de forma a se diminuir a variabilidade entre os diferentes espécimes. Após essas padronizações, as leituras das coordenadas colorimétricas foram tomadas por um único examinador, em dois momentos distintos, e foram conduzidas as análises para avaliação de concordância e reprodutibilidade.

Uma técnica muito utilizada para avaliação de confiabilidade de uma medida quantitativa é o Coeficiente de Correlação Intraclasse (CCI). De acordo com essa proposta, a variabilidade total do experimento é dividida em uma parcela devida as diferentes unidades amostrais e outra devida à variabilidade dentro de cada unidade amostral (erro de medida). Os valores de CCI podem variar de zero a um, sendo que quando não há erro de medida, isso é, quando todas as medidas para a mesma unidade são iguais, o CCI é igual a um⁴⁸. Neste trabalho observou-se valores de CCI elevados ($> 0,91$) para todas as coordenadas em ambos os substratos, com exceção da coordenada a^* em esmalte. Como os valores de CCI não possuem unidade de medida, neste trabalho optou-se pela utilização da classificação proposta por Fermanian em 1984²⁶ para auxiliar na interpretação dos dados. De acordo com esse critério, a reprodutibilidade intra-examinadora da coordenada a^* em esmalte foi considerada 'Boa', enquanto que para os demais parâmetros, a reprodutibilidade foi considerada como 'Muito Boa'. Campos et al.¹⁶ também notaram pior reprodutibilidade da coordenada a^* em relação as demais coordenadas para avaliação de cor em espécimes de resina composta. Com relação à avaliação em dentes naturais, Doyglaset.al.²⁵ reportou valores de CCI maiores que 0,94 para todas as coordenadas CIELab (intra e inter-examinadores) quando um colorímetro acoplado a um dispositivo confeccionado com o intuito de padronizar análise de cor intra-bucal foi utilizado. No estudo conduzido por Hassel et. al.³³ valores de CCI acima de 0,73 e 0,83 foram obtidos durante avaliação de reprodutibilidade inter-examinador de um espectrofotômetro clínico em superfície de esmalte de incisivos e caninos, respectivamente. No entanto, as coordenadas colorimétricas $L^*C^*h^*$ foram utilizadas, o que não permite uma comparação direta com os resultados do presente estudo. Além disso, os autores não relataram calibração intra-examinadores previamente as análises. Resultados semelhantes foram encontrados por Browning et. al.¹⁵ que também realizaram avaliação intra-bucal com espectrofotômetro e verificaram CCI de 0,87 e 0,80 para as coordenadas Luminosidade e Croma, respectivamente.

Nesse estudo, a concordância das medidas também foi investigada pela construção do gráfico Bland-Altman^{9,11-2} considerada uma abordagem relativamente simples e eficaz. Esse método se baseia na construção de um diagrama de dispersão XY no qual a média obtida nos dois momentos de leitura, para cada unidade amostral, é colocada no eixo X e a diferença entre os valores das duas leituras no eixo Y. Em seguida, são calculados os limites de concordância para as diferenças observadas, sendo a média e o desvio-padrão dessas diferenças a base para o cálculo dos limites. É esperado que esses limites incluam 95% das diferenças entre as duas medidas.^{48,51} De acordo com essa proposta, foi possível observar que, independentemente do substrato utilizado, as leituras relacionadas à luminosidade (L^* : branco-preto) mostraram maior amplitude dos limites de concordância, e consequentemente, menor concordância entre as medidas repetidas, seguida da coordenada b^* (azul-amarelo) e da a^* (verde-vermelho). Também foi possível notar que, para os parâmetros L^* e b^* , os limites de concordância foram mais amplos na análise em dentina, em comparação com as análises em esmalte, sugerindo que a tomada da cor em dentina produza resultados menos precisos para essas coordenadas.

Outra observação possível de ser realizada após a construção dos gráficos foi a correlação significativa entre os valores de Δb^* e a média das duas avaliações dessa coordenada em esmalte, sugerindo a possível ocorrência de um viés proporcional. A coordenada b^* se relaciona com o eixo azul-amarelo e a correlação negativa indicou que quanto mais próxima da cor amarela, menor é a concordância das leituras. Tem sido sugerido que características intrínsecas do esmalte podem influenciar negativamente as medidas, como a sua superfície côncava e a heterogeneidade da cor num mesmo elemento dental^{33,65}. Na dentina, apesar de não se observar esse mesmo viés proporcional, os limites de concordância da coordenada b^* foram mais amplos em comparação com o esmalte. Pela própria composição da dentina, espera-se que esta superfície apresente coloração com maior tendência ao amarelo do que o esmalte, o que foi confirmado pelas leituras em espectrofotômetro (todos os espécimes apresentaram valores positivos nas leituras indicando tendência ao amarelo). Isso mais uma vez parece indicar que leituras da coordenada b^* com maior tendência a cor amarela podem apresentar maiores problemas de concordância. No entanto, mesmo quando o viés proporcional foi observado deve-se levar em consideração que uma fraca correlação foi observada e sua interpretação precisa ser feita com cautela, principalmente porque não foram encontrados estudos que tenham relatado um comportamento semelhante.

Como já descrito anteriormente, uma pequena diferença entre duas medidas repetidas na mesma amostra, sob as mesmas condições, é inevitável e fruto do erro aleatório inerente à medida que se pretende realizar. O importante, portanto, é se estimar o quanto as medidas discordam e se estabelecer qual o nível de discordância aceitável na prática¹². No entanto, o julgamento de quão relevante é a discordância na prática é uma questão que os métodos estatísticos não podem responder sozinhos, pois está na dependência de características inerentes a variável de resposta e seu contexto clínico^{12,51}. Por essa razão, as medidas obtidas nas duas leituras, para cada substrato, foram utilizadas para o cálculo do ΔE , o qual representa a alteração de cor entre dois momentos distintos e é o parâmetro clínico considerado para análise de estabilidade de cor.

Para os corpos-de-prova com superfície em esmalte, a média dos valores de ΔE foi de 1,02 (IC_{95%}: 0,92-1,12) e para dentina foi encontrada a média de 1,16 (IC_{95%}: 1,01-1,32). Resultado semelhante foi encontrado durante avaliação da reprodutibilidade de um espectrofotômetro intra-bucal, no qual um ΔE médio de 1,50 foi relatado¹⁵. Por outro lado, a utilização de colorímetros intra-bucais resultaram em valores de ΔE com alta variabilidade entre os dentes aferidos, variando de 0,25 a 2,02 e de 1,1 a 32,1 nos estudos de Douglas et. al.²⁵ e Goldstein & Schmitt,²⁹ respectivamente. No presente estudo, apesar da diferença entre as médias de esmalte e dentina não ser considerada estatisticamente significativa, é importante relatar que dois espécimes confeccionados em dentina apresentaram $\Delta E > 3,30$, o que é considerado o parâmetro clínico de percepção de alteração de cor a olho nu^{36,56,67}. De acordo com Goldstein & Schmitt²⁹, quando um instrumento proporciona leituras de cor com um erro de medida grande, este poderia estar falsamente indicando uma mudança de cor, o que não é aceitável nas pesquisas científicas. Assim, os resultados apresentados, juntamente com os dados da literatura chamam atenção uma vez que a baixa concordância das leituras (altos valores de ΔE) pode ter implicações na qualidade dos resultados dos estudos, pois a diferença encontrada por efeito de erro de medida poderia ser interpretada como uma alteração de cor devido a algum procedimento terapêutico, como o clareamento. A baixa concordância pode ser explicada pela dificuldade intrínseca das leituras de cor em dentes naturais, já que estes apresentam superfície e composição irregular⁶⁵, ou seja, as medidas colorimétricas só poderiam ser perfeitamente repetidas se o ponto exato fosse medido duas vezes⁶⁵. Na tentativa de minimizar esses problemas, foram feitas marcações nos corpos-de-prova para que estes fossem igualmente posicionados nos dois momentos de leitura. No

entanto, a realização dessa padronização parece não ter sido suficiente para se evitar baixa concordância em alguns espécimes.

Kottner et al.⁴⁴ em 2011 publicaram um texto com o propósito de estabelecer uma diretriz para redação de textos científicos frutos de análise de confiabilidade e concordância, a qual foi denominada GRRAS (*Guidelines for Reporting Reliability and Agreement Studies*)⁴⁴. De acordo com essa diretriz, o nível de mensuração da variável dependente, ou de resposta, tem papel determinante na seleção do tipo de análise a ser conduzida, juntamente com o objetivo do estudo. Para estudo de confiabilidade e concordância em variáveis quantitativas contínuas, o Coeficiente de Correlação Intraclass (CCI) e o gráfico Bland-Altman são considerados métodos apropriados e por isso foram utilizados nesse estudo⁴⁴.

Do ponto de vista estatístico, o cálculo do CCI é considerado adequado para estudos de reprodutibilidade de uma variável numérica sendo que o delineamento do estudo deve ser levado em consideração para se determinar qual a versão apropriada do CCI aos dados em análise^{44,48-9}. No entanto, algumas limitações do CCI vêm sendo apontadas na literatura como a falta de uma interpretação clínica imediata para o valor estimado, a sua dependência ao grau de variabilidade nas amostras, e a falta de informação sobre possíveis vieses nos dados⁴⁸. É importante ressaltar que embora o termo ‘correlação’ esteja presente na denominação do CCI, o cálculo deste índice e sua interpretação são muito distintos dos coeficientes de correlação simples. Embora ainda sejam utilizadas para avaliação de reprodutibilidade em estudos de cor^{54,59}, coeficientes de correlação como o de Pearson ou Spearman são considerados abordagens desaconselhadas para análise de concordância e reprodutibilidade^{10-1,61}.

Por outro lado, no diagrama de Bland-Altman é possível visualizar o viés (o quanto as diferenças se afastam do valor zero), o erro (a dispersão dos pontos das diferenças ao redor da média), além de outliers e tendências³⁴. Em uma busca simples no *Pubmed*, com o termo ‘*Bland-Altman plot*’ nos últimos 5 anos, foram encontrados 543 registros de artigos de diversas áreas cujo objetivo é a análise de precisão de medidas. No entanto, não foram encontrados trabalhos que tenham utilizado essa técnica para o estudo de concordância de instrumentos de cor em Odontologia. Uma vantagem importante dessa abordagem é a possibilidade de se identificar pares de avaliações cuja diferença esteja além do limite clínico de tolerância^{48, 61}. Análise do ΔE no presente estudo indicou que alguns espécimes em dentina apresentaram valores considerados clinicamente inaceitáveis. É interessante notar que a interpretação dos gráficos Bland-Altman também sugeriu menor concordância nos dados coletados a

partir das análises em dentina, enquanto que os valores de CCI não sugeriram tal comportamento. Uma eventual desvantagem dessa estratégia é a suposição de distribuição normal para as diferenças, na determinação dos limites de concordância⁴⁸. Além disso, a construção desse gráfico pode ser considerada uma análise limitada devido a sua característica descritiva e ao fato de que possibilita a comparação de apenas duas leituras (dois métodos ou dois examinadores). Quando há muitas avaliações o CCI é uma estratégia possível, desde que seja especificado o modelo estatístico adotado⁴⁸. Os resultados do presente estudo mostraram resultados complementares após a realização dos dois tipos de análise, o que só contribuiu para uma melhor interpretação dos achados. Assim, embora, dependendo do problema estudado, apenas uma abordagem possa ser suficiente, a utilização de mais de uma forma de análise pode gerar resultados e informações complementares.

Finalmente é importante relatar que os dados desse estudo mostraram grande variabilidade entre os diferentes corpos-de-prova confeccionados sob as mesmas condições. Tal fato pode ter origem nas características intrínsecas da superfície do dente, como a heterogeneidade da cor, presença de microrranhuras e superfícies côncavas⁶⁵. Outros trabalhos também encontraram alta variabilidade^{45,65} alguns atribuíram o achado ao fato do dente não possuir a mesma cor por toda sua superfície⁶⁵. A verificação do excesso de variabilidade inter-amostras, embora não tenha sido o objetivo do estudo, chama atenção para a necessidade de um planejamento cuidadoso nos estudos in vitro durante as etapas de confecção dos corpos-de-prova, estudo piloto e cálculo do tamanho amostral, e aleatorização dos espécimes nos grupos de estudo.

CONCLUSÃO

7 CONCLUSÃO

Com base nos resultados apresentados, pode-se concluir:

I. A reprodutibilidade intra-examinador das coordenadas L^* e b^* , quando avaliadas em esmalte bovino, foi classificada como “Muito Boa”;

II. A reprodutibilidade intra-examinador das três coordenadas colorimétricas (L^* , a^* e b^*), quando avaliadas em dentina, foi considerada “Muito Boa”;

III. A medida da coordenada a^* em esmalte bovino foi a que mostrou menor reprodutibilidade intra-examinador, a qual foi considerada “Boa”;

IV. Independentemente do substrato utilizado, as leituras relacionadas à coordenada L^* mostraram maior amplitude dos limites de concordância, seguida da coordenada b^* e da a^* ;

V. Para os parâmetros L^* e b^* , os limites de concordância foram mais amplos na análise em dentina, em comparação com as análises em esmalte;

VI. Somente para os corpos-de-prova com superfície em esmalte, a variação na medida de cor entre os dois momentos de leitura (ΔE) estiveram dentro do limite que não seria perceptível clinicamente;

VII. Este protocolo estabelecido foi reprodutível para leitura de corpos de prova de dentes naturais.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS *

1. Ablal MA, Adeyemi AA, Jarad FD. The whitening effect of chlorine dioxide - An in vitro study. *J Dent.* 2013; 41(5): E76-81.
2. Adeyemi AA, Jarad FD, de Josselin de Jong E, Pender N, Higham SM. The evaluation of a novel method comparing quantitative light-induced fluorescence (QLF) with spectrophotometry to assess staining and bleaching of teeth. *Clin Oral Invest.* 2010; 14: 19–25.
3. Al-Dosari AF. Reliability of tooth shade perception by dental professionals and patients. *Pakistan Oral & Dent J.* 2010; 30(1): 244–9.
4. Alshara S, Lippert F, Eckert GJ, Hara AT. Effectiveness and mode of action of whitening dentifrices on enamel extrinsic stains. *Clin Oral Investig.* 2014; 18(2): 563-9.
5. Aydin SB, Hanley L. Antibacterial activity of dental composites containing zinc oxide nanoparticles. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2010; 94 (1): 22-3.
6. Barrachina-Diez JM1, Tashkandi E, Stampf S, Att W. Long-term outcome of one-piece implants. Part I: implant characteristics and loading protocols. A systematic literature review with meta-analysis. *Int J Oral Maxillo fac Implants.* 2013; 28(2): 503-18.
7. Berman LH. Intrinsic staining and hypoplastic enamel: etiology and treatment alternatives. *Gen Dent.* 1982; 30 (6): 484-8.
8. Bharti R, Wadhwani KK. Spectrophotometric evaluation of peroxide penetration into the pulp chamber from whitening strips and gel: An in vitro study. *J Conserv Dent.* 2013; 16(2): 131–4.
9. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lance.* 1986; 1(8476): 307-10.

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

10. Bland JM, Altman DG. A note on the use of the intraclass correlation coefficient in the evaluation of agreement between two methods of measurement. *Comput Biol Med.* 1990; 20(5): 337-40.
11. Bland JM, Altman DG. Comparing methods of measurement: why plotting difference against standard method is misleading. *Lancet* 1995; 346(8982): 1085-7.
12. Bland JM, Altman DG. Measuring agreement in method comparison studies. *Stat Methods Med Res* 1999; 8(2): 135-60.
13. Bona DA, Barrett AA, Rosa V, C Pinzetta. Visual and instrumental agreement in dental shade selection: Three distinct observer populations and shade matching protocols. *Dent Mater.* 2009; 25(2): 276-81.
14. Borges BC, Borges JS, de Melo CD, Pinheiro IV, AJ Santos, Braz R, et al. Efficacy of a novel at-home bleaching technique with carbamide peroxides modified by CPP-ACP and its effect on the microhardness of bleached enamel. *Oper Dent.* 2011; 36(5): 521-8.
15. Browning WD, Chan DC, Blalock JS, Brackett MG. A comparison of human raters and an intra-oral spectrophotometer. *Oper Dent.* 2009; 34(3): 337-43.
16. Campos JADB, Oliveira ALBM, Domingos PAS, Botta AC, Garcia PPNS. Laboratory tests with quality data in dentistry. *JRD.* 2013;(4): 288-97.
17. Campos JADB. Confiabilidade de informações na área da saúde [Monografia de Especialização]. Lavras: Universidade Federal de Lavras; 2008.
18. Chan w, Lynch E, Grootveld M. Tooth-whitening activity of a novel home-bleaching system utilising thermal diffusion: a multifactorial simultaneous evaluation of efficacy at cervical, body and incisal tooth sites. *Br Dent J.* 2012; 212(4): E8.
19. Choi MS, YK Lee, Lim BS, Rhee SH, Yang HC. Changes in surface characteristics of dental resin composites after polishing. *J Mater Med Sci.* 2005; 16(4): 347-53.
20. Da Silva JD, Park SE, Weber HP, Ishikawa-Nagai S. Clinical performance of a newly developed spectrophotometric system on tooth color reproduction. *J Prosthet Dent.* 2008; 99(5): 361-8.

- 21.D'Arce MB, Lima DA, Aguiar FH, Bertoldo CE, Ambrosano GM, Lovadino JR. Effectiveness of dental bleaching in depth after using different bleaching agents. *J Clin Exp Dent*. 2013; 5(2): e100-7.
- 22.de Vasconcelos AA , Cunha AG, Borges BC, Machado CT, dos Santos AJ. Tooth whitening with hydrogen /carbamide peroxides in association with a CPP-ACP paste at different proportions. *Aust Dent J*. 2012; 57(2): 213-9.
- 23.de Vet HC , Terwee CB, Knol DL , Bouter LM. When to use agreement versus reliability measures. *J Clin Epidemiol*. 2006; 59(10): 1033-9.
- 24.Domínguez A, García JA, Costela A, Gómez C. Influence of the light source and bleaching gel on the efficacy of the tooth whitening process. *Photo med Laser Surg*. 2011; 29(1): 53-9.
- 25.Douglas RD.Precision of in vivo colorimetric assessments of teeth.*J Prosthet Dent*. 1997; 77(5): 464-7.
- 26.Fermanian J. Measure de l'accord entre deuxjuges: casquantitatif. *Rev Epidemiol Sante Publique*. 1984; 32: 408-13.
- 27.Fontes ST, Fernández MR, Moura CM, Meireles SS. Color stability of a nanofill composite: effect of different immersion media. *J Appl Oral Sci*. 2009; 17(5): 388-91.
- 28.Ghiggi G. Protocolo de Seleção de Cor [dissertação de mestrado]. Faculdade Ingá (Uningá): Faculdade de Passo Fundo; 2010.
- 29.Goldstein GR, Schmitt GW.Repeatability of a specially designed intraoral calorimeter. *J Prosthet Dent*. 1993; 69(6): 616-9.
- 30.Gómez PC, Gómez MP, Celemin VA, Martínez VPJA. Differences between the human eye and the spectrophotometer in the shade matching of tooth colour. *J Dent*. 2013; (13): 260-1.
- 31.Hahn P, Schondelmaier N, Wolkewitz M, Altenburger MJ, Polydorou O. Efficacy of tooth bleaching with and without light activation and its effect on the pulp temperature: an in vitro study .*Odontology*. 2013; 101(1): 67-74.
- 32.Hammad I. Intrarater repeatability of shade selection with two shade guides. *J Prosthet Dent*. 2003; 89: 50–3.

33. Hassel AJ, Grossmann AC, Schmitter M, Balke Z, Buzello AM. Interexaminer reliability in clinical measurement of L*a*b* values of anterior teeth using a spectrophotometer. *Int J Prosthodont*. 2007; 20(1): 79-84.
34. Hirakata VN, Camey AS. Bland – Altman analysis of agreement between methods. *Rev. HCPA*. 2009; 29(3): 261-8
35. Horn DJ, Bulan-Brady J, Lamar Hicks M. Sphere spectrophotometer versus human evaluation of tooth shade. *J Endod*. 1998; 24(12): 786–90.
36. Iazzetti G, Burgess JO, Gardiner D, Ripps A. Color stability of fluoride-containing restorative materials. *Oper Dent*. 2008; 25(6): 520-5.
37. Ishikawa NS, Ishibashi K, Tsuruta O, Weber HP. Reproducibility of tooth color gradation using a computer color-matching technique applied to ceramic restorations. *J Prosthet Dent*. 2005; 93(2): 129-37.
38. Joiner A, Hopkinson I, Deng Y, Westland S. A review of tooth colour and whiteness. *J Dent*. 2008; 36(Suppl 1): S2-7.
39. Joiner A. Review of the extrinsic stain removal and enamel/ dentine abrasion by a calcium carbonate and perlite containing whitening toothpaste. *Int Dent J*. 2006; 56(4): 175–80.
40. Joiner A. The bleaching of teeth: A review of the literature. *J Dent*. 2006; 34(7): 412–9.
41. Joiner A. Tooth colour: a review of the literature. *J Dent*. 2004; 32 Suppl 1: 3–12.
42. Karamouzos A, Papadopoulos MA, Kolokithas G, Athanasiou AE. Precision of in vivo spectrophotometric colour evaluation of natural teeth. *J Rehabil Oral*. 2007; 34(8): 613-21.
43. Kline RB. Principles and practice of structural equation modeling. New York : Guilford Pres; 1998.
44. Kottner J, Audige L, S Brorson, Donner Um, Gajewski BJ, Hrobjartsson A, et al..Guidelines for reporting reliability and agreement studies (GRRAS) were proposed. *Int J Enfermagem Stud*. 2011; 48(6): 661-71.
45. Lee BS, Huang SH, Chiang YC, Chien YS, Mou CY, Lin CP .Development of in vitro tooth staining model and usage of catalysts

- to elevate the effectiveness of tooth bleaching .Dent Mater. 2008; 24(1): 57-66.
- 46.Liang S, Sa Y, L Sun, Ma X, Z Wang, Xing W, et al.. Effect of halogen light irradiation on hydrogen peroxide bleaching: an in vitro study. Aust Dent J. 2012; 57(3): 277-83.
 - 47.Lima FG, Rotta TA, Penso S, Meireles SS, Demarco FF. In vitro evaluation of the whitening effect of mouth rinses containing hydrogen peroxide.Braz Res oral. 2012; 26(3): 269-74.
 - 48.Luiz RR. Erros de mensuração. In: Luiz RR, Costa AJL, Nadanovsky P. Epidemiologia e bioestatística na pesquisa odontológica. São Paulo: Atheneu; 2005. 473p.
 - 49.McGraw, Kenneth O, Wong SP. Forming inferences about some intraclass correlation coefficients. Psychol Methods.1996; 1(1): 30-46.
 - 50.Meireles SS, Fontes ST, Coimbra LAA, Della bona A, Demarco FF. Effectiveness of different carbamide peroxide concentrations used for tooth bleaching: an in vitro study. J Appl Oral Sci. 2012; 20(2): 186-91.
 - 51.Myles PS, Cui J. Using the Bland-Altman method to measure agreement with repeated measures. Br J Anaesth. 2007; 99(3): 309-11.
 - 52.Nahsan FP, Mondelli RF, Franco EB, Naufel FS, Ueda JK, Schmitt VL, et al..Clinical strategies for esthetic excellence in anterior tooth restorations: understanding color and composite resinselection. J Appl Oral Sci. 2012; 20(2): 151-6.
 - 53.Okubo SR, Kanawati A, Richards MW, Childress S. Evaluation of visual and instrument shade matching. J Prosthet Dent. 1998; 80(6): 642–8.
 - 54.Özat PB, Tuncel İ, Eroğlu E. Repeatability and reliability of human eye in visual shade Selection. J Rehabil Oral. 2013; 40(12): 958-64.
 - 55.Pasquali L. Psicometria. Rev Esc Enferm USP. 2009; 43: 992-9.
 - 56.Patel SB, Gordan VV, Barret AA, Shen C. The effect of surface finishing and storage solutions on the color stability of resin-based composites. J Am Dent Assoc. 2004; 135(5): 587-94.
 - 57.Paul S, Peter A, Pietrobon N, Hämmerle CH. Visual and spectrophotometric shade snalysis of human teeth. J Dent Res. 2002; 81(8): 578-82.

58. Ragain JCJ, Johnston WM. Accuracy of kubelka-munk reflectance theory applied to human dentin and enamel. *J Dent Res*. 2001; 80(2): 449-52.
59. Sarafianou U, Kamposiora P, Papavasiliou G, Goula H. Matching repeatability and interdevice agreement of 2 intraoral spectrophotometers. *J Prosthet Dent*. 2012; 107(3): 178-85.
60. Sarrett DC. Tooth whitening today. *J Am Dent Assoc*. 2002; 133(11): 1535–8.
61. Sedgwick P. Intraclass correlation coefficient. *BMJ*. 2013; 346: f1816.
62. Shoukri MM, Asyali MH, Donner A. Sample size requirements for the design of reliability study: review and new results. *Stat Methods Med Res*. 2004; 13: 251-71.
63. Spalding M, Taveira LA, de Assis GF. Evaluation of human enamel permeability exposed to bleaching agents. *J Dent Esthet Restor*. 2003; 15(3): 154-64.
64. Torres CR, Perote LC, Gutierrez CR, Pucci, Borges AB. Efficacy of mouth rinses and toothpaste on tooth whitening. *Oper Dent*. 2013; 38(1): 57- 62.
65. Tung FF, Goldstein GR, Jang S, Hittelman E. The repeatability of an intraoral dental colorimeter. *J Prosthet Dent*. 2002; 88(6): 585-90.
66. van der Burgt TP, ten Bosch JJ, Borsboom PCF, Kortsmid WJPM. A comparison of new and conventional methods for quantification of tooth color. *J Prosthet Dent*. 1990; 63(2): 155–62.
67. Vichi A, Ferrari M, Davidson CL. Color and opacity variations in three different resin-based composite products after water aging. *Dent Mater*. 2004; 20(6): 530-4.
68. Walter SD, Eliasziw M, Donner A. Sample size and optimal designs for reliability studies. *Stat Med*. 1998; 17(1): 101-10
69. Witkowski S, Yajima ND, Wolkewitz M, Strub JR. Reliability of shade selection using an intraoral spectrophotometer. *Clin Oral Invest*. 2012; 16(3): 945–9.

Autorizo a reprodução deste trabalho
(Direitos de publicação reservados ao autor)
Araraquara, 12 de setembro de 2014

Adriana Alves de Faria