



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Campus de São José dos Campos  
Instituto de Ciência e Tecnologia

**DÉBORA CRISTINA BARBOSA DANTAS**

**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO AGENTE DE  
CIMENTAÇÃO NA COR IMEDIATA E PÓS-  
ENVELHECIMENTO DE MATERIAIS RESTAURADORES  
INDIRETOS**

2016

**DÉBORA CRISTINA BARBOSA DANTAS**

**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO AGENTE DE CIMENTAÇÃO NA COR  
IMEDIATA E PÓS-ENVELHECIMENTO DE MATERIAIS  
RESTAURADORES INDIRETOS**

Dissertação apresentada ao curso de Odontologia do Instituto de Ciência e Tecnologia, UNESP - Univ Estadual Paulista, Campus de São José dos Campos, como parte dos requisitos para obtenção do título de MESTRE, pelo Programa de Pós-Graduação em ODONTOLOGIA RESTAURADORA, Especialidade em Dentística.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Filomena Rocha Lima Huhtala  
Co-orientadora: Profa. Dra. Taciana Marco Ferraz Caneppele

São José dos Campos  
2016

## **BANCA EXAMINADORA**

**Profa. Dra. Maria Filomena Rocha Lima Huhtala** (Orientadora)

Instituto de Ciência e Tecnologia  
UNESP - Univ Estadual Paulista  
Campus de São José dos Campos

**Prof. Dr. Sérgio Eduardo de Paiva Gonçalves**

Instituto de Ciência e Tecnologia  
UNESP - Univ Estadual Paulista  
Campus de São José dos Campos

**Profa. Dra. Priscila Christiane Suzy Liporoni**

Departamento de Odontologia  
UNITAU - Univ de Taubaté  
Campus de Taubaté

São José dos Campos, 20 de janeiro de 2016.

## **DEDICATÓRIA**

*Aos meus pais, **Luiz Antônio e Diva**, palavras não cabem para expressar a gratidão que sinto por todo apoio e encorajamento que recebo todos os dias de vocês. Obrigada por toda a paciência que desenvolveram durante esses anos de estudo e o processo de obtenção desse título, vocês foram minha base em momentos difíceis e os expectadores mais festivos em momentos de alegrias. Por todo amor e carinho que sempre tiveram, pela educação, conselhos e os princípios, vocês me encorajam a fazer a diferença. Obrigada por sonharem juntos todos os meus projetos e tornarem cada um deles possíveis.*

*Amo vocês!*

## **AGRADECIMENTOS ESPECIAIS**

À Profa. Dra. **Maria Filomena Rocha Lima Huhtala**, obrigada por ser minha orientadora, mas também por ter sido uma amiga durante esses anos. Com a senhora eu aprendi o significado de ser um professor de uma forma completa, agregando não só conhecimento, mas também respeito e amor na profissão acadêmica.

À Profa. Dra. **Taciana Marco Ferraz Caneppele** e ao Prof. Dr. **Eduardo Bresciani** por tão prontamente me atenderem sempre que precisei e participar ativamente em todas as fases desse projeto.

À Profa. Dra. **Priscila Christiane Suzy Liporoni**, por ter participado da minha formação, me apresentar a Dentística e ser minha referência de uma profissional dedicada ao ensinar e a constante busca pelo aprimoramento.

Ao meu irmão **Luiz Felipe**, obrigada pela parceria, ter você ao meu lado é como viver eternamente com um amigo.

À minha tia **Rozana** e meu tio **Catena**, que me receberam em sua casa para poder estudar nesse período e me trataram como filha.

Aos amigos e futuros Mestres: **Cassia Cestari**, **Dayana Cavalli**, **Ingrid Fernandes**, **Juliana Alves Boa Sorte**, **Letícia Grilo**, **Marina Gullo**, **Esteban Flores Orozco** e **Lucas Teixeira Franco**, por toda convivência durante esses anos, tenho um enorme carinho por cada um de vocês. Obrigada por todos os momentos juntos, vocês foram incríveis.

## **AGRADECIMENTOS**

*À Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – UNESP.*

*Ao Prof Titular **Alexandre Luiz Souto Borges**, Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Odontologia Restauradora, por sua dedicação e prestatividade para fazer um curso de melhor qualidade.*

*Aos docentes do Programa de Pós-graduação do Departamento de Odontologia Restauradora, obrigada por todas as orientações.*

*À secretária do Departamento de Odontologia Restauradora **Rosângela** pela atenção dada em todos os momentos.*

*À CAPES pela concessão de bolsa.*

*Às funcionárias do Departamento de Odontologia Restauradora **Josi e Fernanda**, por estarem sempre dispostas a colaborar.*

*Aos funcionários do Curso de Pós-Graduação, **Bruno e Ivan** pela constante colaboração durante o curso.*

*À equipe da Biblioteca pela ajuda na elaboração deste trabalho, contribuindo com o acesso ao material bibliográfico e à bibliotecária **Renata Aparecida Couto Martins** que orientou sua normalização.*

*Muito Obrigada*

***“E sabemos que todas as coisas contribuem juntamente para o bem daqueles que amam a Deus, daqueles que são chamados segundo o seu propósito.”***

***Romanos 8:28***

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	09
<b>LISTA DE QUADROS E TABELAS</b> .....	13
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS</b> .....	15
<b>RESUMO</b> .....	16
<b>ABSTRACT</b> .....	17
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	18
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	22
<b>2.1 Laminados</b> .....	22
<b>2.2 Cerâmicas para laminados e CAD/CAM</b> .....	28
2.2.1 Cerâmica feldspática .....	31
2.2.2 Resina nano cerâmica (RNC) LAVA .....	33
<b>2.3 Propriedades ópticas</b> .....	36
2.3.1 Cor .....	36
2.3.2 Translucidez.....	39
2.3.3 Brilho.....	42
<b>2.4 Envelhecimento artificial acelerado</b> .....	44
<b>2.5 Cimentação de laminados</b> .....	48
2.5.1 Cimento fotoativado .....	49
2.5.2 Resina <i>Flow</i> .....	53
<b>3 PROPOSIÇÃO</b> .....	57
<b>3.1 Objetivo geral</b> .....	57
<b>3.2 Objetivos específicos</b> .....	57
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	58
<b>4.1 Material para espécimes</b> .....	58
4.1.1 Confeção dos espécimes de dente bovino .....	59
4.1.2 Confeções das lâminas cerâmicas .....	63

<b>4.2 Preparos das superfícies para a cimentação</b> .....	66
4.2.1 Preparo da superfície do dente.....	66
4.2.2 Preparo da superfície de cerâmica feldspática .....	68
4.2.3 Preparo da superfície de RNC .....	70
<b>4.3 Cimentação</b> .....	71
<b>4.4 Distribuições dos espécimes nos grupos a serem testados</b>	73
<b>4.5 Teste de Envelhecimento</b> .....	73
<b>4.6 Avaliações</b> .....	74
4.6.1 Determinação e avaliação da cor e translucidez .....	74
4.6.2 Avaliação do brilho superficial .....	78
<b>4.7 Análise estatística</b> .....	79
4.7.1 Tamanho da amostra .....	79
4.7.2 Análises dos dados .....	79
<b>5 RESULTADOS</b> .....	81
<b>5.1 Cor</b> .....	81
<b>5.2 Translucidez</b> .....	85
<b>5.3 Brilho</b> .....	93
<b>6 DISCUSSÃO</b> .....	97
<b>6.1 Cor</b> .....	98
<b>6.2 Translucidez</b> .....	100
<b>6.3 Brilho</b> .....	102
<b>7 CONCLUSÃO</b> .....	105
<b>8 REFERÊNCIAS</b> .....	106

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - A e B) Secção dos espécimes.....	60
Figura 2 - A) Máquina de corte de amostras circulares (UNESP-São José dos Campos); B) Morsa para fixação de dente bovino; C e D) Alinhamento da câmara de coleta de água para que a superfície vestibular do incisivo ficasse perpendicular ao longo eixo da trefina; E e F) Corte do espécime circular.....	61
Figura 3 - A e B) Fragmentos com diâmetro exato de 6mm.....	62
Figura 4 - A) Paquímetro digital padronizando espessura do orifício no dispositivo metálico; B) Posicionamento do espécime no orifício, excesso de dentina se projetando além da superfície; C) Politriz circular; D) Desgaste na politriz; E) Espécime com as dimensões adequadas, ou seja 2mm, sendo 1mm de esmalte e 1mm de dentina.....	63
Figura 5 - A) Equipamento para obtenção de cilindros; B) Cilindros incluídos com resina acrílica em tubos de Pvc; C e D) Lâminas sendo fatiadas na Labcut; E e F) Padronização de cada espessura..	65
Figura 6 - A) Matriz de teflon; B) Espessura regulável com auxílio de paquímetro digital.....	66
Figura 7 - A) Espécime de dente bovino posicionado na matriz de teflon; B) Placa de vidro sob ácido fosfórico; C) Padronização da	

camada de ácido aplicada; D) Espécime sendo lavado; E) Jato de ar; F) Aplicação de adesivo.....	67
Figura 8 - A) Lâmina de cerâmica feldspática posicionada na matriz de teflon; B) Placa de vidro sob ácido fluorídrico; C) Padronização da camada de ácido aplicada; D) Lâmina sendo lavada; E) Jato de ar; F) Aplicação de primer; G) Aplicação de adesivo; H) Jato de ar....	69
Figura 9 - A) Lâmina de RNC posicionada na matriz de teflon; B) Aplicação de primer; C) Aplicação de adesivo; D) Jato de ar.....	70
Figura 10 - A) Agentes de cimentação; B) Agentes de cimentação sendo aplicados sob toda superfície; C) Lâminas sendo levadas a matriz de teflon com espécime de dente bovino; D) Placa de vidro sob amostra; E) Amostra elevada da matriz de teflon; F) Fotopolimerização; G e H) Padronização de cada espessura.....	72
Figura 11 - Fluxograma distribuição dos corpos de prova e leituras para cada material testado.....	73
Figura 12 - A) Espécimes imersos em saliva artificial durante processo de envelhecimento; B) Equipamento para envelhecimento com luz de xenônio e umidade – Suntest CPS+.....	74
Figura 13 - A e B) Espectrofotômetro CM-2600D para leitura da cor e da translucidez.....	76
Figura 14 - A) Base em alumínio; B) Dispositivo de silicone sendo posicionado; C) Anel de alumínio rosqueado; D) Fundo branco padrão posicionado; D) Fundo preto padrão posicionado; E) Aplicação do contato óptico dentro do orifício; F) Posicionamento da	

amostra; F) Amostra em posição..... 77

Figura 15 – A) Aparelho para leitura de brilho Novo-Curve; B) Posicionador para amostras; C) Amostras posicionadas para leitura. 78

## LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1 - Agente de cimentação, fabricante e composição.....	58
Quadro 2 - Material restaurador, fabricante e composição.....	59
Tabela 1 - Valores de média e de desvio-padrão das diferenças de cor ( $\Delta E$ ) para cada condição estudada.....	81
Tabela 2 – Valores de média e de desvio – padrão de $L^*$ , $a^*$ e $b^*$ para todas as condições experimentais.....	82
Tabela 3 – Resultado do Teste de Tukey com média das alterações dos valores do $\Delta b$ para o material testado.....	83
Tabela 4 - Resultado do Teste de Tukey com média das alterações dos valores do $\Delta b$ em relação aos agentes de cimentação testados..	83
Tabela 5 – Resultado ANOVA 3 fatores.....	84
Tabela 6 - Resultado do Teste de Tukey para o fator material.....	84
Tabela 7 - Resultado do Teste de Tukey para a interação material*espessura.....	85
Tabela 8 – Valores de média e de desvio-padrão das diferenças de translucidez para cada condição estudada antes e após envelhecimento.....	86

Tabela 9 - Resultado ANOVA RM 3 fatores.....	87
Tabela 10 - Média e resultado do Teste de Tukey para o fator material.....	88
Tabela 11 - Média e resultado do Teste de Tukey para o fator espessura.....	88
Tabela 12 – Média e resultado do Teste de Tukey para a interação cimento*espessura.....	89
Tabela 13 – Média e resultado do Teste de Tukey para PT para o fator tempo.....	89
Tabela 14 – Média e resultado do Teste de Tukey para a interação material*tempo.....	90
Tabela 15 – Média e resultado do Teste de Tukey para a interação material*cimento*tempo.....	91
Tabela 16 – Média e resultado do Teste de Tukey para a interação material*espessura*tempo.....	92
Tabela 17 – Valores de média e de desvio-padrão da diferença de brilho para cada condição estudada.....	93
Tabela 18 - Resultado ANOVA RM 3 fatores.....	94
Tabela 19– Média e resultado do Teste de Tukey para o fator material.....	95

Tabela 20 – Média e resultado do Teste de Tukey para o fator cimento.....	95
Tabela 21 – Média e resultado do Teste de Tukey do brilho para o fator tempo .....	95

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

a*	= Eixo vermelho-verde segundo o sistema CIE Lab
b*	= Eixo amarelo-azul segundo o sistema CIE Lab
CIE	= <i>Commission Internationale de l'Éclairage</i>
CIE Lab	= Espaço de cor criado pela CIE em 1976
°C	= Grau Celsius
ISO	= International Organization for Standardization
Kg	= Quilograma
KJ/m <sup>2</sup>	= Quilojoule por metro quadrado
Klux	= Unidade de quilolux
L*	= Eixo branco-preto segundo o sistema CIE Lab
min	= Minuto
mm	= Milímetros
mmol/L	= Milimol por litro
PT	= Parâmetros de translucidez
PVC	= Policloreto de polivinila
RNC	= Resina nano cerâmica
s	= Segundo
UV	= Ultravioleta
UVB	= Ultravioleta B
W/m <sup>2</sup>	= Watt por metro quadrado
Mm	= Micrometro
$\Delta L$	= Variação dos valores de L*
$\Delta a$	= Variação dos valores de a*
$\Delta b$	= Variação dos valores de b*
$\Delta E$	= Variação de cor
Y-TZP	= Zircônia tetragonal estabilizada com ítrio

Dantas DCB. Avaliação da influência do agente de cimentação na cor imediata e pós-envelhecimento de materiais restauradores indiretos [dissertação]. São José dos Campos (SP): Instituto de Ciência e Tecnologia, UNESP - Univ Estadual Paulista; 2015.

## RESUMO

O objetivo do estudo foi avaliar a estabilidade de cor, translucidez e brilho de dois materiais para restaurações indiretas: cerâmica feldspática e resina nano cerâmica (RNC), cimentadas com: cimento resinoso fotoativado e resina *Flow*, após serem submetidos a envelhecimento acelerado. Foram confeccionados quarenta discos de cada material restaurador distribuídos em subgrupos de acordo com: espessura do disco e material de cimentação utilizado. Os espécimes foram submetidos a três medições: inicial, antes e após envelhecimento. Para as medidas de cor e translucidez foi utilizado o espectrofotômetro de refletância. Para as medidas de brilho o aparelho Novo Curve (Rhopoint TM, East Sussex, England). O envelhecimento foi realizado no equipamento Suntest CPS+ (Atlas Material Testing Technology GmbH, Linsengericht, Hesse, Germany) com parâmetros adotados que corresponderam a um ano de envelhecimento. A análise estatística dos dados foi através de ANOVA três fatores e teste de Tukey (5%). Os resultados demonstraram que para a cor, o material e a espessura influenciaram, sendo a cerâmica feldspática, o material que apresentou menores valores de variação de cor. Para a translucidez, o material, a espessura, o tempo e as interações: cimento+espessura, tempo+material e tempo+material+espessura, foram fatores estatisticamente significantes. A resina nano cerâmica foi mais translúcida. Para o brilho, o material, o cimento e o tempo foram fatores estatisticamente significantes, sendo que a resina nano cerâmica apresentou maior brilho. Esse resultado também foi obtido com o cimento resinoso fotoativado na avaliação do brilho.

Palavras-chave: Cor. Cerâmica. Cimento.

Dantas DCB. *The influence of cementing agent in instant color and post-aging indirect restorative materials [dissertation].* São José dos Campos (SP): Institute of Science and Technology, UNESP - Univ Estadual Paulista; 2015.

## **ABSTRACT**

*The aim of the study was to evaluate color stability, translucency and brightness of two materials for indirect restorations: feldspatic ceramic and a nano ceramic resin, cemented with: light- curing resin cement and Flowable composite resin, after being subjected to artificial accelerated aging. Forty discs were made of each restorative material distributed in subgroups according to: thickness and cementing material used. The specimens were submitted to three measurements: initial, before and after aging. For color measurements and translucency a reflectance spectrophotometer was used. For brightness measures the New Curve device (Tm Rhopoint, East Sussex, England) was used. Aging was conducted at Suntest CPS + equipment (Atlas Material Testing Technology GmbH, Linsengericht, Hesse, Germany) with adopted parameters corresponding to one year of aging. Statistical analysis was by ANOVA three factors and Tukey test (5%). The results showed that color variation was influenced by material and thickness. Feldspatic ceramic with 1.00 mm thickness was the material that showed less color variation. For translucency, cement+thickness, material+time and time+thickness+material, were statistically significant factors. Nano ceramic resin was the most translucent material. For brightness, material, cement and time were statistically significant factors, and the nano ceramic resin showed higher brightness. This result was also obtained with resin cement for brightness.*

*Keywords: Color. Ceramics. Cement.*

## 1 INTRODUÇÃO

O efeito de um sorriso estético não pode ser mensurado e pode ter implicações na área pessoal e profissional. Um sorriso estético é aquele onde o tamanho, a forma, a posição e a cor dos dentes estão em harmonia, proporção, e simetria em relação aos demais elementos que os enquadram no ambiente bucal (Moskowitz, Nayyar, 1995).

Vários tipos de tratamentos são propostos para restaurar dentes anteriores fraturados, desalinhados, com diastemas ou em correções estéticas mais amplas. Entretanto, com a busca pela maior preservação da estrutura dental, tratamentos que exigem menor tempo de atendimento clínico e apresentam uma maior durabilidade, como as facetas e os laminados em cerâmicas ou restaurações de resina composta se tornaram uma opção clínica viável e atual.

Com os progressos científicos nos sistemas adesivos, na adesão às cerâmicas e na evolução das resinas para cimentação, foi possível o uso de sistemas totalmente cerâmicos e preparos mais conservadoras da estrutura dentária (Touati, Quintas, 2001).

Abordagens minimamente invasivas são estabelecidas como as mais desejáveis em tratamentos odontológicos, visto que já é conhecido que a preservação dos tecidos dentários tem um profundo impacto sobre a vitalidade dos dentes (Cardoso et al., 2012).

As restaurações estéticas devem proporcionar aparência estética, ter durabilidade, além de reestabelecer a função. Atualmente muito se fala sobre “Laminados de Contato”. Esta técnica restauradora é de uso recente na Odontologia e a literatura científica é escassa em pesquisas clínicas e laboratoriais sobre o assunto.

As lentes de contato odontológicas nada mais são do que a evolução dos laminados, em termos de técnica laboratorial e ciência envolvendo os materiais restauradores indiretos e da obtenção de preparos mais conservadores da estrutura dental, atendendo aos preceitos de uma Odontologia minimamente invasiva e às demandas de estética vigente.

As aplicações clínicas dos laminados mostram excelente desempenho. Em uma avaliação clínica longitudinal foi observada uma taxa de sobrevivência de 94%. A evolução dos materiais e técnicas possibilitaram resultados estéticos mais previsíveis, fornecendo ao dentista e ao paciente uma oportunidade de alcançar uma melhora no sorriso atendendo aos preceitos atuais de preservação da estrutura dental (Strassler, 2007; Cardoso et al., 2012).

Um dos fatores de sucesso desta técnica esta relacionada à resistência e durabilidade da ligação formada entre a superfície do dente, o agente de cimentação e a cerâmica (Vinod Kumar et al., 2014).

Uma técnica atual para tratamentos restauradores indiretos é a das restaurações desenhadas e fresadas através do auxílio do computador (*Computer-aided design/computer-assisted manufacture - CAD/CAM*), sendo que novos materiais estéticos para esse processo de fresagem são continuamente introduzidos no mercado (Fasbinder et al., 2010).

Surgiram assim as resinas compostas para fresagem, ou resinas nano cerâmicas (RNC) (LAVA Ultimate, 3M ESPE, Saint Paul, Minnesota, USA) que foram introduzidas para o uso com o sistema CAD/CAM. De acordo com o fabricante este material não se comporta nem como uma resina nem como uma cerâmica pura. A RNC combina os benefícios das ligações cruzadas da matriz resinosa com a resistência e estética da cerâmica. Ela consiste basicamente de cerâmica (80% do peso) composta de óxido de zircônia (ZrO<sub>2</sub>). Como as resinas compostas, as RNC são flexíveis e resistentes à fratura. E como as cerâmicas de

vidro, promovem excelente retenção do brilho para uma estética duradoura. Entretanto há limitada informação científica disponível relacionada às propriedades e desempenho clínico das RNC.

Novos cimentos resinosos surgiram para este tipo de tratamento, com a indicação para a cimentação dos laminados. Cimentos resinosos fotoativados, químicos, duais e autoadesivos têm passado por modificações em suas fórmulas de maneira a envolver essa nova modalidade de tratamento. No entanto são materiais resinosos e sendo assim apresentam as características das resinas compostas, sendo, portanto, susceptíveis à alteração da cor. Fica clara a necessidade da realização de estudos longitudinais para a avaliação dos diversos aspectos envolvidos nessa técnica restauradora indireta, dentre os quais a estabilidade ou durabilidade das cores dos cimentos resinosos após a cimentação. Como se trata de lâminas muito finas, delgadas e translúcidas, a estética inicialmente obtida com os laminados pode sofrer influência de alterações na cor do cimento, que poderia levar a uma diferença perceptível no resultado estético do dente em longo prazo. A sua substituição implicaria em desgaste do dente o que iria consequentemente contra a necessidade de preservação do tecido sadio.

Estas características são bastante importantes para a realização das facetas cerâmicas e laminados de contato, pois a cor do cimento exerce um efeito decisivo no resultado estético final, principalmente quando a cerâmica de eleição apresentar alta translucidez (Karaagaclioglu, Yilmaz, 2008; Sensi et al., 2007).

Os cimentos resinosos fotoativados e de dupla polimerização são os mais utilizados na cimentação das facetas (Burke, 1995). No entanto, estes últimos apresentam uma desvantagem: a sua instabilidade química, com a degradação da amina, pode conduzir à alteração da cor (Darr, Jacobsen, 1995).

Estudos sobre a estética de laminados de cerâmicas investigaram a estabilidade de cor dos cimentos resinosos e relataram

que a cor destes pode influenciar a tonalidade final das facetas de cerâmicas e que a espessura da cerâmica também pode afetar a transmissão da luz. O grau de polimerização dos cimentos dual e fotoativados também tem papel na manutenção da estética inicialmente obtida (Lu, Powers, 2004; Kilinc et al., 2011).

O emprego de um cimento capaz de manter a cor e translucidez inicialmente planejados e obtidos é de suma importância na manutenção da estética alcançada e conseqüentemente na preservação do esmalte dental. Não há ainda um consenso sobre o comportamento desses cimentos após um período mais extenso de avaliação.

Acreditamos ser relevante investigar o comportamento desses novos materiais restauradores e cimentos, para que possam ser fornecidos parâmetros não só para uma seleção adequada em manutenção das propriedades iniciais, como também para seu desempenho clínico longitudinal.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Laminados

A primeira confecção de uma restauração de porcelana em um dente preparado é de 1886 de autoria de Charles Henry Land, que utilizou uma folha de platina. Em 1903 ele foi o primeiro na literatura mundial a propor o uso de facetas estéticas (Mondelli et al., 2003).

Posterior a isso na década de 30 o cinema teve grande participação na divulgação dessas facetas quando atores necessitavam de melhorias estéticas em seus dentes ou caracterizações para as filmagens. Charles Pincus utilizou essas facetas na tentativa de resolver problemas de cor e forma dos dentes, criando uma técnica de recobrimento momentâneo, eram os “Laminados de Hollywood”. Essas lâminas eram unidas com um pó para fixação de prótese total que durava somente o tempo necessário para a gravação. Obviamente, precisavam ser removida antes da pessoa se alimentar, além de não terem caráter funcional, isso tudo somado à dificuldade de adesão, levando com que caísse em desuso (Pincus, 1938).

Uma revolução na odontologia aconteceu com o resultado de alguns trabalhos. Em 1955, Buonocore observando uma técnica de adesão utilizada em cascos de navios que permitiam um longo período de tempo sem se descascar desenvolveu a técnica do condicionamento ácido em esmalte. Bowen na década de 60 introduziu as resinas compostas com BIS-GMA (Bowen, 1963). Rochette (1972) condicionou a cerâmica com ácido a fim de retê-la a uma resina. Faunce e Myers (1976) estão relacionados a trabalhos de recobrimento vestibular com material

estético de inserção direta, que aliadas com o trabalho de Fusayama et al., em 1979, propondo o condicionamento ácido total, e posteriormente Nakabayashi (1982) com estudos sobre a hibridização da dentina, tornaram possível uma adesão efetiva, com a formação de uma camada híbrida e a impregnação de monômeros na estrutura dentinária. Em sequência, os trabalhos de Horn (1983) e Calamia e Simonsen (1984) introduziram o condicionamento com ácido fluorídrico e a silanização da peça de porcelana, promovendo assim a união química entre composto orgânico e inorgânico. Nakabayashi consegue visualizar a camada híbrida por meio de microscopia eletrônica de varredura, e conceitua o fenômeno da hibridização surgindo assim, novas perspectivas em relação aos procedimentos adesivos e conseqüentemente ao desenvolvimento de procedimentos estéticos diretos e indiretos.

Os laminados dentais são altamente translúcidas e contribuem para proporcionar uma estética natural aos dentes restaurados (Turgut et al., 2014b). Com o avanço das técnicas adesivas e dos materiais, o sucesso deste tipo de procedimento torna-se algo previsível e duradouro.

Essas laminados são películas de porcelana de espessura mínima utilizadas em casos estéticos de dentes anteriores onde visamos o recobrimento da superfície vestibulo- proximal, sendo eventualmente indicadas para os dentes inferiores. Receberam esse nome por uma analogia às delicados laminados oftalmológicas. As laminados odontológicas possuem de 0,3 à 0,7mm (Javaheri, 2007; Omar et al., 2010) e são caracterizadas por um preparo mínimo, em casos de remoção de ângulos mais acentuados ou nenhum preparo dental (Magne et al., 2013). Com isso, podem ainda ser consideradas como um procedimento reversível quando não é removida nenhuma estrutura do dente natural.

As indicações desse procedimento são em situações clínicas que demandam correções estéticas quando a cor do substrato é

cl clinicamente aceitável, pois essa técnica visa correções anatômicas em pacientes que não possuem o substrato escurecido, com manchamento ou uma forte descoloração (Omar et al., 2010).

Em 2011, Azer et al., investigaram a mudança de cor de materiais cerâmicos, translúcido (T1) e opaco (O2), resultante da aplicação em substratos de resina composta, clara (A3) e escura (C4). Foram fabricados vinte discos cerâmicos de IPS Empress (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), que foram cimentados aos discos de resina composta Herculite XRV (Kerr Corporation, Orange, California, EUA) com cimento resinoso NX3 Nexus (Kerr Corporation, Orange, California, EUA) na cor clara. Concluíram que houve interação significativa entre as cores do substrato de resina composta e as cores dos laminados cerâmicos, tanto nos parâmetros de translucidez quanto croma; e que a cor de laminados com espessura de 0,5mm é diretamente afetada pela cor do substrato.

Os laminados são utilizados em situações clínicas para: fechamento de diastemas, reanatomização do contorno, microdentia, recuperação de guia, transformações anatômicas, recuperação da linha do sorriso, do volume labial, pequenos desvios de posicionamento e também para mascarar restaurações de classe III, IV ou V, restabelecendo a forma e a função dos dentes (Strassler, 2007; Mazzaro et al., 2009; Shetty et al., 2011).

As contraindicações são: pacientes com hábitos para funcionais, como bruxismo ou hábito de apertamento exagerado, problema periodontal, grande destruição coronária, alteração severa de posição e cor do substrato, dentes expostos à regiões com alta carga oclusal, dentes apinhados ou giro vertidos, forma do arco oclusal estreita, mordida cruzada anterior, histórico de disfunção da articulação e quando a relação oclusal anterior for topo-a-topo (Bottino et al., 2009; Radz, 2011).

As vantagens desse procedimento são: tratamento conservador, excelente estética, adesão ao agente cimentante e aos substratos dentários, excelente resistência à abrasão, alta resistência flexural, radiopacidade, condutibilidade e coeficiente de expansão térmica semelhante aos das estruturas dentais, estabilidade química, resistência à compressão, estabilidade de cor, são passíveis de reparos e biocompatibilidade. Além de ser um procedimento indolor, não necessitando assim de anestesia (Mondelli et al., 2003; Kina, Bruguera, 2008).

Como desvantagens estão: a necessidade de moldagem e restauração provisória, friáveis antes da sua cimentação, cimentação crítica e difícil, alto módulo de elasticidade (dureza), possibilidade de desgastar os dentes antagonistas, materiais específicos para moldagem e cimentação adesiva, laboratório especializado, porcelana específica, maior tempo para confecção e custo maior (Mondelli et al., 2003; Kina, Bruguera, 2008).

A discussão que envolve o preparo ou não preparo do dente, ainda não foi muito bem estabelecida. De acordo com Radz (2011) o não preparo tornou o resultado no dente muito volumoso, ocasionando irritação do tecido gengival. O procedimento envolvendo o mínimo desgaste está sendo o mais preconizado, pois permite fornecer espessura necessária para a cimentação e ainda evitar sobre contornos.

Em 2014, Pahlevan et al., citaram as razões necessárias para preparação do dente: força e assentamento da peça, pois a preparação em esmalte maximiza a força de ligação da resina e diminui as tensões de tração na cerâmica.

É importante realizar um menor desgaste do dente, e sempre que possível, manter as margens do laminado em esmalte (LeSage, 2013), pois quanto maior for a área de esmalte exposta, melhor é a adesão de um laminado à estrutura dental, tornando assim, maior a

capacidade do laminado de resistir a cargas mastigatórias (Sttappert et al., 2005).

As falhas relacionadas aos preparos em dentina são vinculadas à: fraturas, infiltrações e ligações de união, sendo que quando as margens do preparo ficam localizadas em esmalte, a infiltração na interface é mínima ou nenhuma (Pahlevan et al., 2014).

Atualmente já são apontados sistemas robóticos para preparo dos dentes para receber esses laminados proporcionando exatidão e precisão na linha de término, considerada uma área crítica para a cimentação, e com isso a obtenção de resultados com maior longevidade clínica. Em 2015, Otani et. al., desenvolveram um sistema robótico a fim de avaliar essa exatidão e precisão do preparo em relação ao método convencional: à mão livre pelo cirurgião dentista. Seu estudo foi em vinte modelos de incisivos centrais superiores, sendo que, dez foram designados para uma preparação com um braço robótico de acordo com orientações específicas do projeto de preparação pré-operatório (grupo experimental), e dez foram designados para a preparação do dente convencional por um clínico (grupo controle). Todos os modelos de dentes preparados foram digitalizados e as imagens do preparo pré-operatório e pós-operatório foram sobrepostas. A diferença dimensional entre essas duas imagens foi medida no aspecto facial, linha de chegada, e borda incisal. Concluiu que, o sistema robótico tendia a gerar uma maior pressão na borda incisal, resultando em menor precisão, e na linha de término um melhor desempenho significativo, sugerindo um efeito benéfico com o uso dessa tecnologia.

O sucesso da técnica de laminados de contato está relacionado a um planejamento por parte do cirurgião dentista e deve incluir: análise dos tecidos moles e duros, exame periodontal, protocolo de fotografias intra e extra bucal de forma a possibilitar uma análise do sorriso e da face, modelos de estudos e diálogo com o paciente para identificar suas expectativas em relação ao tratamento (Fortes et al.,

2014). Outro ponto importante é a análise das proporções dentais: linha média, que deve ser paralelo ao longo eixo do rosto; comprimento dos incisivos; dimensão dental; ponto zênite; ameias interdentaes e linhas dos lábios (Peto, 2015).

Algumas considerações técnicas envolvem o uso de mock-up, que é realizado de um enceramento diagnóstico e provisório; o uso da tecnologia CAD / CAM já é abordado nessa técnica, mas requer um custo laboratorial elevado e no preparo recomenda-se a redução incisal de dois milímetros (Jordan, 2015).

Os laminados são restaurações indiretas de cerâmica, e, portanto, garantem estabilidade da cor e das propriedades mecânicas e ópticas. O sucesso da técnica também se relaciona à manutenção da higiene bucal do paciente, que deve ser informado sobre esta condição. Com esse controle periódico, esses laminados oferecem uma restauração com uma sobrevida estimada em mais de dez anos (da Cunha et al., 2014).

Em estudo anterior foram instalados oitenta e sete laminados cerâmicos em dentes anteriores superiores de vinte e cinco pacientes. Os resultados demonstraram que após dez anos, fraturas da porcelana (11%) e defeitos marginaes (20%) foram as principais razões para o fracasso e apenas 4% das restaurações necessitava ser substituída (Peumans et al., 2004).

Investigando a associação da falha de laminados de cerâmicos relacionados ao paciente, material, e operador um estudo envolveu vinte e nove pacientes e seus cirurgiões dentistas. Dois questionários foram distribuídos para coletar informações dos participantes. O primeiro era destinado ao paciente e composto por questões: pessoais, alimentação, satisfação com o tratamento, sensibilidade e hábitos; o segundo era destinada ao cirurgião dentista e constava de questões: cerâmica utilizada, indicações, preparo, restaurações provisórias, cimento utilizado, em geral perguntas sobre a

técnica e o material. Todos os pacientes foram submetidos a um exame clínico, exame periodontal e radiográfico. Os critérios para a falha de laminados de porcelana eram mudança de cor, rachaduras, fraturas, e / ou descolagem. O período de acompanhamento após a colocação da lente variou de menos de seis meses a mais de dois anos. A taxa de sucesso da técnica foi de 65,52%; sendo que 43,48% das restaurações falharam em termos de mudança de cor ou descolamento; a falha por fratura foi ausente; três pacientes apresentaram incisal desgastada devido ao bruxismo; um paciente apresentou descolamento devido a hábitos de morder caneta e 82,8% dos pacientes estavam satisfeitos com suas restaurações (Alhekeir et al., 2014).

Em relação às propriedades estéticas, essas restaurações mantêm suas características a médio e longo prazo assim como se mantém a satisfação do paciente (Alhekeir et al., 2014).

## **2.2 Cerâmicas para laminado e CAD/CAM**

A primeira referência do uso da porcelana como material odontológico, data de 1774. Alexis Duchateou estava infeliz com o odor, gosto e descoloração dos dentes de sua dentadura (dentes de marfim de hipopótamo) e começou a pesquisar um material que apresentasse características estéticas, resistência ao manchamento e abrasão. Observando os utensílios utilizados em seu laboratório para manipular produtos químicos, notou que aqueles feitos de porcelana pareciam resistir à descoloração e abrasão. Foi quando o farmacêutico e químico com a ajuda de um dentista parisiense, Nicholas Dubois de Chemant, fez a primeira dentadura de porcelana na fábrica de porcelana Guerhard em Paris (Jonhson et al., 1959; Wildgoose et al., 2004).

As cerâmicas têm sido utilizadas por mais de dois séculos na Odontologia e mesmo apresentando características de dureza e fragilidade, sua estética e biocompatibilidade proporcionam alternativa de excelência e estímulos no contexto científico para superar suas limitações. Suas principais características são radiopacidade, resistência à compressão, condutibilidade térmica semelhante aos tecidos dentais, integridade marginal, estabilidade química e de cor, boa resistência à abrasão e menor retenção de placa bacteriana (Pagani et al., 2003).

Atualmente a odontologia exige padrões de qualidade superiores focando em funcionalidade e estética. Com o desenvolvimento de novos materiais, novas tecnologias também foram desenvolvidas de forma a acompanhar esses requisitos. A tecnologia do CAD/CAM permite um aperfeiçoamento da produção de restaurações e a utilização de materiais mais resistentes condizendo com os padrões atuais.

O termo "CAD/CAM" é uma abreviação de "*computer-aided design*" e "*computer-assisted manufacture*". É uma tecnologia para obter restaurações desenhadas e fresadas através do auxílio de um computador. A tecnologia foi inicialmente desenvolvida pelo Dr. Mörmann com o sistema CEREC nos anos 80 e revolucionou pela proposta de restaurações cerâmicas feitas no mesmo dia dentro do consultório (Baroudi, Ibraheem, 2015).

Esse sistema compõe-se por três componentes principais: um *scanner*, que converte a informação digital de geometria que pode ser processada pelo computador; um *software*, para processamento da informação e o terceiro componente é um dispositivo de produção que converte a informação para o produto específico (Baroudi, Ibraheem, 2015).

As vantagens dessa tecnologia são: procedimento restaurador em apenas uma sessão (é o principal enfoque); menor tempo na cadeira; proteção imediata definitiva do dente sem qualquer fase temporária ou necessidade de provisório; restaurações indiretas precisas

e estéticas; impressão digital criando modelos precisos (Poticny, Klin, 2010). O uso dessa tecnologia se tornou ainda uma alternativa viável para proporcionar tratamento mais curto e de menor impacto a idosos com limitações (Van Zeghbroeck, 2012).

As desvantagens se relacionam ao custo, o valor do investimento e manutenção; a necessidade de curso adicional em CAD/CAM e o tamanho que o dispositivo de digitalização e a máquina de trituração ocupam (Santos et al., 2013).

Os materiais disponíveis para restaurações CAD/CAM são blocos fabricados industrialmente monocromáticos ou policromáticos que proporcionam previsibilidade de resultados e longevidade, podendo ser blocos de cerâmicas, resinas compostas ou resinas nano cerâmicas (RNC). Estes blocos possuem alta qualidade e excelaminados propriedades estéticas e ainda pode-se ser possível desenvolver um efeito de "camaleão" as restaurações (Baroudi, Ibraheem, 2015).

Em laminados de contato as cerâmicas mais utilizadas são a porcelana Feldspática, VitaBlock Mark II (VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG, Bad Säckingen, Baden-Württemberg, Germany); Dissilicato de Lítio, IPS E.max Press (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein); Cerâmica Vítrea de Leucita- Fluorapatita, IPS d.Sign (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein); Leucita reforçada de vitro-cerâmica, Lumineers, Cerinate Corporation (Santa Barbara, Santa Maria, California, USA). Todos esses materiais apresentam ótimas características de translucidez, opalescência, fluorescência natural e luminosidade.

Atualmente um novo material destaca-se no uso desses laminados, conhecido como LAVA Ultimate (3M ESPE, Saint Paul, Minnesota, USA), é uma resina nano cerâmica, 80 % de sílica e zircônia, desenvolvida para uso no CAD/CAM que possui características de alta resistência.

### 2.2.1 Cerâmica feldspática

A cerâmica feldspática é uma cerâmica composta por uma matriz de vidro e uma ou mais fases cristalinas. A adição de leucita a esse material foi de grande importância, pois conferiu maior resistência flexural ao material cerâmico, permitindo assim sua utilização em trabalhos puramente cerâmicos, como laminados de contato (Guerra et al., 2007). Também é indicada como um material com translucidez superior a outras cerâmicas (Barizon et al., 2014).

A taxa de sobrevivência de facetas de porcelana feldspática é estimada em 95% até dez anos quando cimentadas ao esmalte (Layton et al., 2012). Estudo clínico de dois anos não demonstrou alteração nas propriedades estéticas dessas porcelanas (Freire, Archegas, 2010).

Heydecke et al., (2001) testaram as alterações de cor no espaço CIE L\* a\* b\* de laminados com núcleo de óxido de alumínio revestidos com porcelana feldspática. Foram confeccionados quinze discos de cerâmica de óxido de alumínio sistema Procera (Nobel Biocare Holding AG, Zürich-Flughafen, Switzerland), divididos em três grupos e cada disco foi revestida com cerâmica feldspática All-Ceram (Ducera Dental GmbH & CO. KG, Essen, Germany) nas cores A1 ou B4. Cinco discos permaneceram sem revestimento como controles. Os discos foram cimentados a substratos escurecidos que simulam os dentes manchados. A cor das amostras foi medida com um colorímetro. A superfície foi continuamente exposta a um processo de envelhecimento acelerado por intemperismo por 300 horas, correspondente a um ano clínico, onde a temperatura do painel variou entre 38°C (escuro) e 70°C (luz), e a umidade relativa era de 95% (escuro) e 50% (luz). A temperatura de bulbo seco foi de 38°C no escuro e 47°C na fase de luz. O ciclo de teste

consistiu em 40 minutos de luz, 20 minutos de luz com *spray* de água pela frente, 60 minutos de luz, e 60 minutos no escuro com *spray* de água em volta. A energia total de exposição foi de 389,2 kJ/m<sup>2</sup>. Os resultados demonstraram que as diferenças no valor  $\Delta E$  nos três grupos de teste (disco, A1 e B4) não apresentaram alterações estatisticamente significativas.

Jain et al., (2013a) compararam a estabilidade de cor de três porcelanas feldspáticas diferentes: Vita VMK 95 (VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG, Bad Säckingen, Baden-Württemberg, Germany), Ceramco III (Dentsply International, York, Pennsylvania, EUA) e Duceram Kiss (Dentsply International, York, Pennsylvania, EUA), após exposição a bebidas consumidas rotineiramente pela população: café, chá, água, suco de laranja e cola (The Coca-Cola Company, Atlanta, Georgia, USA). Os resultados mostraram uma mudança significativa nos valores de L\* (brilho) em todos os três materiais após quarenta e cinco dias e a estabilidade de cor variou para cada material e solução testada.

Em 2014, Ayaz et al., conduziram um interessante estudo sobre a estabilidade de materiais restauradores em pacientes que faziam uso de medicações antiasmáticas. O sulfato de salbutamol provoca a redução do fluxo salivar e conseqüentemente esta relacionado a uma maior atividade cárie em pacientes que fazem seu uso. Além disso, esse fármaco pode afetar a cor, textura e rugosidade de superfície de restaurações na boca. Foram confeccionados sessenta espécimes em forma de disco: vinte de ionômero de vidro Ketac molar (3M ESPE, Saint Paul, Minnesota, USA), vinte de resina composta Filtek restorative (3M ESPE, Saint Paul, Minnesota, USA) e vinte de porcelana feldspática Vita Omega 900 (VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG, Bad Säckingen, Baden-Württemberg, Germany). Cada grupo de material foi aleatoriamente dividido em dois subgrupos (n=dez): grupo de controle e grupo de teste. Os espécimes do grupo controle foram mantidos em saliva artificial, os grupos teste foram expostos ao sulfato de salbutamol Ventolin

Nebules (Glaxo Smith Kline, Philadelphia, Pennsylvania, EUA). O autor concluiu que a porcelana feldspática foi o material mais estável e não sofreu alteração de suas propriedades após o uso do fármaco.

Vita Mark II (VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG, Bad Säckingen, Baden-Württemberg, Germany) é uma porcelana feldspática que foi introduzida em 1991 para o sistema CEREC 1 (Siemens AG, Bensheim, Germany), é composta principalmente de  $\text{SiO}_2$  (60-64 %) e  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (20-23 %) e pode ser condicionada com ácido fluorídrico para criar retenção micromecânica em cimentação adesiva. São blocos monocromáticos disponíveis em vários tons, Linha Clássica Vita, VITAPAN 3D-MASTER, VITABLOCS Linha Estética e pode ser adicionalmente caracterizada. Os blocos são feitos de materiais semelhantes à cerâmica feldspática convencional, mas produzidos em um processo diferente conhecido como moldagem por extrusão, onde uma mistura de cerâmica plastificada é pressionada e extrudada através de um bocal para dar a sua forma, os blocos secam então por vários dias antes da sinterização (Conrad et al., 2007; Li et al., 2014).

Segundo o fabricante as vantagens desse material são: polimento e características de abrasividade similares ao esmalte dentário, efeitos de transmissão de luz ótimos e fluorescência branca equivalente à dos dentes naturais, cerâmica feldspática de estrutura fina e não necessitar de queima de cristalização (Vitablocs Mark II, VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG, Bad Säckingen, Baden-Württemberg, Germany).

### 2.2.2 Resina nano cerâmica (RNC) LAVA

O LAVA é um dos sistemas CAD/CAM dedicado à realização de infraestruturas específicas em zircônia tetragonal poli

cristalina estabilizada por óxido de ítrio (Y-TZP), é industrialmente fabricado e frezado para as dimensões desejadas que serão usadas com a tecnologia de processamento do CAD/CAM (Carvalho et al., 2012). Sua estrutura de Y-TZP garante alta resistência à flexão, elevada resistência à fratura, e baixo módulo de elasticidade (Luthardt et al., 1999).

As cerâmicas utilizadas no LAVA SYSTEM unem biocompatibilidade e ótimas qualidades físicas e químicas que se traduzem clinicamente em uma resistência mecânica compatível às cargas mastigatórias (Lava Ultimate, 3M ESPE, Saint Paul, Minnesota, USA).

Lava Ultimate, é uma RNC, com alta resistência, composta por cerca de 80% de partículas nanocerâmicas (nano componentes cerâmicos de zircônia e nano partículas aglomeradas de sílica), que são incorporadas a uma matriz de polímero altamente reticulado. Segundo o fabricante isso resulta em ótima resistência, durabilidade, alta resiliência e brilho (Lava Ultimate, 3M ESPE, Saint Paul, Minnesota, USA).

As vantagens desse material são: menor desgaste no esmalte do dente antagonista, a possibilidade de individualização da cor, boa translucidez e estética e as desvantagens estão na dimensão do bloco e na extensão limitada da infraestrutura (Carvalho et al., 2012).

Awada et al. (2015) em estudo compararam as propriedades mecânicas de materiais à base de polímero usados no CAD/CAM. Vinte e cinco amostras de cada material foram preparadas: VITA Mark II (VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG, Bad Säckingen, Baden-Württemberg, Germany), IPS Empress CAD (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), Enamic (VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG, Bad Säckingen, Baden-Württemberg, Germany), Paradigm MZ100 (3M ESPE, Saint Paul, Minnesota, USA), Lava Ultimate (3M ESPE, Saint Paul, Minnesota, USA) e Cerasmart (GC Dental Products, Illinois, EUA). Os resultados revelaram que o material tinha um

efeito significativo na resistência à flexão ( $p < 0,001$ ;  $df = 149$ ;  $M = 167$ ), no módulo flexural ( $p < 0,001$ ;  $df = 149$ ;  $F = 1208$ ), no módulo de elasticidade ( $p < 0,001$ ;  $df = 149$ ;  $M = 610$ ), e na rugosidade da borda da margem ( $p < 0,001$ ;  $df = 41$ ;  $F = 87$ ) das amostras testadas. Os autores concluíram que o Lava Ultimate apresentou resistência à flexão média e módulo de elasticidade médio significativamente mais elevados do que outros materiais restauradores de cerâmica e a base de polímeros. Lava Ultimate apresentou ainda, propriedades de flexão semelhantes à dentina humana.

Existe uma série de estudos relatando as propriedades mecânicas desse material, entretanto, quando discutidas as propriedades ópticas a literatura ainda carece de mais relatos. Em 2014, Arocha et al. em estudo objetivou determinar, por meio de um espectrofotômetro, o manchamento de compósitos indiretos do CAD/CAM comparados a compósitos processados em laboratório convencionalmente. Cento e sessenta discos foram preparados a partir de quatro materiais diferentes, dois para CAD/CAM: Lava Ultimate (3M ESPE, Saint Paul, Minnesota, USA) e Paradigm MZ 100 (3M ESPE, Saint Paul, Minnesota, USA); e dois processados em laboratório: SR Adoro (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) e Premise Indirect (Kerr Corporation, Orange, California, EUA) na cor A2 ( $n = 40$ ). As amostras foram imersas por quatro semanas em soluções de coloração: café, chá preto e vinho tinto. O resultado demonstrou maior estabilidade de cor de compósitos processados no laboratório em comparação com blocos para o CAD/CAM.

Awad et al. (2015) avaliaram a translucidez de materiais restauradores e resinas compostas diretas para CAD/CAM em relação à espessura e rugosidade da superfície. Duzentos e quarenta discos foram fabricados e analisados com um espectrofotômetro. Os materiais foram: CELTRA Duo (Dentsply International, York, Pennsylvania, EUA); IPS e.max CAD, IPS Empress CAD, Telio CAD, Tetric EvoCeram Bulk Fill e Tetric EvoCeram (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein); LAVA Ultimate

e Filtek Supreme XTE (3M ESPE, Saint Paul, Minnesota, USA); Experimental nanohybrid composite (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), VITA CAD-Temp, VITA Enamic e VITA Mark II (VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG, Bad Säckingen, Baden-Württemberg, Germany). Os resultados demonstraram que RNC LAVA Ultimate apresentou maiores valores de T (translucidez) em relação aos outros materiais.

## **2.3 Propriedades ópticas**

### **2.3.1 Cor**

A cor dos dentes é determinada por uma combinação das suas propriedades ópticas. Os fenômenos associados com as interações entre o dente quando encontra com a luz são: a transmissão especular da luz através do dente, a reflexão especular na superfície, a reflexão difusa da luz na superfície e a absorção e dispersão da luz dentro dos tecidos dentais (Joiner, 2004).

A cor é geralmente descrita de acordo com o espaço de cor de Munsell onde é de forma tridimensional e formada pelo matiz, valor e croma, sendo que, o matiz está relacionado à sua tonalidade, às diferentes famílias de cor; o croma à saturação, descreve a força, intensidade de uma cor; e o valor refere-se ao brilho de um objeto (Sikri, 2010).

O sistema CIE (Comissão Internacional de Iluminação) foi criado em 1931 e é utilizado para descrever a cor. O espaço de cor  $L^* a^* b^*$ , também conhecido como espaço de cor CIELAB é muito utilizado e correlaciona os valores de cor com a percepção visual (Joiner, 2004).

CIE L\* a\* b\*, se baseia na teoria de percepção de cor a partir de três diferentes receptores de cor nos olhos (vermelho, verde e azul) e usa um sistema matemático para descrever as três dimensões da cor onde existem três eixos ou coordenadas, o L\*, o a\* e o b\*. Esse sistema foi criado após a teoria de cores opostas, onde duas cores não podem ser verdes e vermelhas ou amarelas e azuis ao mesmo tempo.

Os eixos descrevem:

L\* = Luminosidade, onde preto total é igual a zero e o branco total é igual a 100.

a\* = coordenada vermelho/verde (+a indica vermelho e -a indica verde), variando respectivamente de +120 a -120.

b\* = coordenada amarelo/azul (+b indica amarelo e -b indica azul), variando respectivamente de +120 a -120.

As coordenadas a\* e b\* descrevem ainda que se aproximam de zero para as cores neutras (branco, cinza) e aumentam em magnitude para as cores mais saturadas e intensas.

As diferenças de cor são definidas como as diferenças absolutas nas coordenadas de cor entre a amostra e o padrão e são conhecidas como Deltas ( $\Delta$ ). Os Deltas para L\* ( $\Delta L$ ), a\* ( $\Delta a$ ) e b\* ( $\Delta b$ ) podem ser negativas (-) ou positivas (+). A diferença de cor é calculada matematicamente e denominada pela expressão  $\Delta E^*$ . Para determinar a diferença total de cor entre as três coordenadas é utilizada a seguinte fórmula:

$$\Delta E^* = [\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}]^{1/2}$$

Sistemas cerâmicos podem ser produzidos por diferentes técnicas e ter composições com diferentes teores cristalinos que podem afetar as propriedades ópticas de laminados cerâmicos. Um estudo avaliou sessenta espécimes que foram preparados a partir de: IPS e.max Press, IPS e.max CAD, IPS Empress Esthetic, IPS e.max Ceram, IPS

Inline, e sistema IPS e.max ZirPress, todos na cor A1 da empresa Ivoclar Vivadent (Schaan, Liechtenstein). As medidas de cor foram tomadas antes e após o envelhecimento, a exposição foi por 300 horas, sendo que a temperatura do painel traseiro variou de 38 °C (escuro) e 70 °C (luz), e a umidade relativa era de 95 % (escuro) e 50 % (luz). A temperatura de bulbo seco foi de 38 °C no escuro e 47°C na luz. O ciclo de teste consistiu em 40 min de luz, 20 min de luz com *spray* de água em cima, 60 min de luz e 60 min no escuro com *spray* de água em volta. A energia total de exposição foi de 150 kJ/m<sup>2</sup>. Os resultados demonstraram que o valor de L\* foi significativamente diferente para todos os sistemas cerâmicos testados; não houve diferença significativa entre os valores de a\* para IPS e.max Ceram, IPS Empress Esthetic, IPS Inline e IPS e.max ZirPress; e houve diferenças significativas entre os valores de b\* em todos os grupos, com exceção da cerâmica IPS e.max Press (p>0,05). Os autores concluíram que o envelhecimento deixa as cerâmicas mais escuras, opacas, e ainda as torna avermelhadas e amareladas (Bagis, Turgut, 2013).

Dozic et al., (2003) avaliaram o efeito de diferentes razões de espessuras de cerâmicas opaca (OP) e translúcida (TP) na cor final dos espécimes. Amostras em forma de disco foram utilizadas para criar um espécime com duas ou três camadas, que consistiam de um núcleo 0,7 mm de Synthoceram (Elephant Dental, Hoorn, Netherlands) com a cerâmica opaca e/ou translúcida Sintagon Plus (Elephant Dental, Hoorn, Netherlands). Estes discos, com espessuras aproximadas de 0,25, 0,50, 0,75, e 1,00 mm, foram montados em todas as proporções possíveis até 1,00 mm, com o disco de cerâmica opaco sempre posicionado entre os discos do núcleo e o translúcido, e eram nas cores A1, A2 e A3. Os autores concluíram que existe uma correlação significativa entre a relação da espessura do sistema de porcelana opaca dentro 1,00 mm e a cor de laminados; o valor de L\* é sempre dependente das espessuras de porcelanas opacas e translúcidas e o maior valor foi encontrado em

materiais de cor A1 independente da relação cerâmica e espessura; e uma espessura de 0,70 mm do núcleo testado foi suficiente para mascarar a influência da cor das camadas na cor final das peças.

### 2.3.2 Translucidez

A translucidez é a quantidade relativa de luz transmitida através de um material (Caneppele et al, 2013). Materiais translúcidos dispersam, transmitem e absorvem a luz enquanto que, materiais opacos refletem e absorvem, mas eles não transmitem (Sikri, 2010). A translucidez também é um indicativo da quantidade e qualidade da reflexão da luz (Joiner, 2004).

Os dentes humanos possuem diferentes graus de translucidez. A translucidez do esmalte varia de acordo com o ângulo de incidência, a textura de superfície e brilho, o comprimento de onda e nível de desidratação (Villarroel et al., 2011; Bhat et al., 2011).

O parâmetro de translucidez (PT) de um material, sugerido para as próteses dentárias é descrito pela seguinte fórmula:

$$PT = \{(L^*_B - L^*_w)^2 + (a^*_B - a^*_w)^2 + (b^*_B - b^*_w)^2\}^{1/2}$$

Onde B subscrito refere-se ao parâmetro de cor sobre um fundo preto e o W subscrito sobre um fundo branco. Quanto maior o PT, maior a translucidez (Hasegawa et al., 2000).

Güth et al, (2013) avaliaram a translucidez de diferentes polímeros, convencionalmente e industrialmente polimerizados, relacionados com uma cerâmica de vidro e um grupo controle. Cinco polímeros convencionais: New Outline (Anaxdent GmbH, Stuttgart, Germany), Fixtemp C&B (Dreve Dentamid GmbH, Unna, Germany), Structur 2SC (VOCO GmbH, Cuxhaven, Germany), Protemp4 (3M ESPE,

Saint Paul, Minnesota, USA); e onze industrialmente polimerizados: Ambarino High Class (Creamed GmbH & Co. Produktions, Marburg, Germany), Telio-CAD (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), Zenotec PMMA (Wieland Dental Technik GmbH & Co. KG, Pforzheim, Germany), Cercom base PMMA (Degudent GmbH, Bohmte, Germany), CAD Temp e Vita Mark II (VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG, Bad Säckingen, Baden-Württemberg, Germany), Artbloc Temp (Merz Dental GmbH, Lütjenburg, Germany), Polycon ae (Straumann, Crawley, West Sussex, London), New Outline CAD (Anaxdent GmbH, Stuttgart, Germany); QUATTRO DISC eco PMMA (Golgquadrat, Hannover, Germany), Lava Ultimate e Paradigm MZ100 (3M ESPE, Saint Paul, Minnesota, USA). O material de vitrocerâmica Vita Mark II serviu como controle. As amostras eram circulares e a transmissão de luz foi medida 24 horas depois do polimento final, utilizando um espectrofotômetro. Os autores descreveram nos resultados que os quatro maiores valores de transmissão, assim com os três mais baixos valores de emissões totais, foram de polímeros baseados em PMMA. Vita Mark II e Lava Ultimate estavam nos grupos com maior transmissão de luz. Então concluíram que, restaurações de CAD/CAM fabricadas a partir de polímeros de alta densidade oferecem um elevado potencial estético.

Em 2015, Yoshimura et al., verificaram serem eficazes sistemas cerâmicos infiltrados com vidro para cumprir requisitos tanto de alta resistência quanto de alta translucidez em materiais cerâmicos. Estas duas propriedades são difíceis de serem encontradas juntas, atualmente observou-se que quanto maior a resistência mecânica, menor era a translucidez de um material.

Outro estudo comparou a translucidez de coroas fabricadas com três materiais de cerâmica disponíveis comercialmente e com indicação estética para dentes anteriores. Quinze amostras (coroas) foram confeccionadas, sendo cinco para cada material: alumina, sistema Procera CAD/CAM (Nobel Biocare Holding AG, Zürich-Flughafen,

Switzerland); dissilicato de lítio, IPS e.max Press (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein); e zircônia, Lava CAD/CAM (3M ESPE, Saint Paul, Minnesota, USA). A espessura final das cerâmicas era de 1,5mm. Concluíram que o material a base de dissilicato de lítio demonstrou ser mais translúcido que o a base de alumina e este foi melhor que a base de zircônia (Sravanthi et al., 2015).

Avaliando a translucidez de sistemas cerâmicos para o CAD-CAM, os seguintes materiais nas cores A1, A2 e A3 foram avaliados: cerâmica vítrea de dissilicato de lítio, IPS e.max (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein); cerâmica feldspática, VITA Mark II (VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG, Bad Säckingen, Baden-Württemberg, Germany); e cerâmica vítrea de leucita, IPS Empress (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) e Paradigm C (3M ESPE, Saint Paul, Minnesota, USA). Os resultados obtiveram-se maiores valores de translucidez (PT) para cerâmica vítrea reforçada por leucita e menores valores de PT para cerâmica vítrea a base de dissilicato de lítio. A composição química, a microestrutura e o tamanho médio da partícula, podem explicar as diferenças em valores de PT (Della Bona et al., 2014).

A espessura de um material afeta diretamente sua translucidez, quanto maior a espessura do material, menor será a sua translucidez (Barizon et al., 2013). Baseado nisso, um estudo investigou o PT de cerâmicas a base de vidro e a base de zircônia com diferentes espessuras a fim de analisar essa relação. Os resultados confirmaram essa relação: um aumento significativo na translucidez foi encontrado como resultado da redução da espessura, também confirmaram as variações na translucidez derivadas do tipo de cerâmica. Geralmente, as cerâmicas de vidro possuem maior translucidez do que as cerâmicas de zircônia. As cerâmicas de zircônia demonstraram o valor de PT sendo menos sensível à espessura do que a das cerâmicas de vidro (Wang et al., 2013).

Outro estudo avaliou a alteração na translucidez de cerâmicas obtidas por diferentes processos: fundida, usinada ou injetada/prensada, após o envelhecimento acelerado por processo de intemperismo. Os materiais testados para a técnica prensada: dissilicato de lítio, IPS e.max Press; leucita, IPS Empress Esthetic; e fluorapatita, IPS ZirPress. Para a técnica fundida: leucita, IPS inline; e nano-fluorapatita, IPS emax.Ceram. Para a técnica usinada: dissilicato de lítio, IPS e.max CAD, todos os materiais da empresa Ivoclar Vivadent (Schaan, Liechtenstein). As amostras foram submetidas a envelhecimento artificial por 300 horas. A temperatura do painel traseiro variou entre 38 °C (escuro) e 70 °C (luz), e a umidade relativa eram de 95 % (escuro) e 50 % (luz). A temperatura de bulbo seco foi de 38 °C no escuro e 47 °C à luz. O ciclo de teste consistiu em 40 min de luz, 20 min de luz com *spray* de água pela frente, 60 min de luz, e 60 min no escuro com *spray* de água em volta. A energia total de exposição foi de 150 kJ/m<sup>2</sup>. O material com maior valor de PT antes e após o envelhecimento foi IPS Empress Esthetic e o menor IPS e.max CAD; todos os materiais tiveram aumento significativo de PT após o envelhecimento (Bagis, Turgut, 2013).

### 2.3.3 Brilho

O brilho é uma propriedade física associada à superfície de um material e pode ser definido como a quantidade de reflectância especular da luz em comparação com a quantidade de luz refletida de forma difusa (Chadwick, Kentridge, 2015).

Alguns fatores influenciam o brilho: o tamanho e o índice de refração das partículas de carga, a viscosidade da matriz da resina e a rugosidade de superfície de um material (Jain et al., 2013b).

Em 2013, Mörmann et al., estudaram a estabilidade do brilho de materiais cerâmicos para o CAD/CAM comparando-os ao esmalte após ciclos de escovação com abrasivos. Foram testados neste estudo duas cerâmicas de alta resistência: dióxido de zircônia, inCoris TZI (Sirona Dental Systems GmbH, Bensheim, Germany) e dissilicato de lítio, IPS e.max CAD (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein); duas cerâmicas de silicato: feldspática, VITA Mark II (VITA Zahnfabrik) e leucita, IPS Empress CAD (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein); uma cerâmica híbrida: Vita Enamic (VITA Zahnfabrik); dois compósitos a base de resina: Lava Ultimate (3M ESPE, Saint Paul, Minnesota, USA) e Experimental Composite (Ivoclar Vivadent); um nano compósito direto: Filtek Supreme XTE (3M ESPE, Saint Paul, Minnesota, USA); e dois blocos de materiais temporários à base de polímeros acrílicos: Telio CAD (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) e CAD Temp (VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG, Bad Säckingen, Baden-Württemberg, Germany), o esmalte humano foi usado como controle. Em seus resultados a cerâmica a base de zircônia apresentou um leve aumento de brilho, que segundo os autores pode estar relacionado à elevada dureza desse material; a cerâmica feldspática não teve alterações significativas; polímeros a base de cianoacrilato e o esmalte perderam significativamente o brilho.

O polimento de restaurações obtidas com tecnologia CAD/CAM elimina defeitos superficiais derivados de caracterizações de manchamento, estabelece alto brilho e ainda diminui a rugosidade na superfície externa (Mörmann et al., 2013).

Em 2010, Sarikaya e Güler pensando nos ajustes oclusais finais de restaurações cerâmicas serem feitos após a cimentação e a necessidade de então polimento dessas superfícies, avaliaram o efeito de diferentes técnicas de polimento e materiais sobre a rugosidade da superfície de diferentes cerâmicas feldspáticas. Os materiais avaliados foram: Ceramco III (Degudent GmbH, Bohmte, Germany), Matchmaker MC (Schottlander, Hertfordshire, United Kingdom) VMK 95 e VITA Mark II

(VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG, Bad Säckingen, Baden-Württemberg, Germany). As técnicas de polimento foram: Sof-lex (3M ESPE, Saint Paul, Minnesota, USA), kit NTI CeraGlaze (NTI Kahla GmbH, Kahla, Germany), kit Dialite II (Brasseler, Savannah, Georgia), pasta diamantada Sparkle (Pulpdent, Massachusetts, EUA), pasta óxido de alumínio Prisma Gloss e pasta de silicato de zircônio Zircate (Dentsply International, York, Pennsylvania, EUA). Concluíram que diferentes técnicas de polimento afetam a rugosidade da superfície das cerâmicas avaliadas, sendo que, Vita Mark II apresentou o menor valor de Ra ao final do estudo, justificado pela extrema dureza desses blocos. O parâmetro Ra é obtido com um perfilômetro e descreve a textura e a rugosidade de uma superfície. O estudo ainda descreve que kits e discos são mais eficazes do que as pastas de polimento usadas sozinhas ou combinadas com discos Sof-Lex, resultando em uma melhor lisura de superfície.

## **2.4 Envelhecimento artificial acelerado**

O envelhecimento artificial simula os efeitos da exposição prolongada a condições ambientais através de um processo de envelhecimento acelerado que envolve a exposição à luz ultravioleta e alterações na temperatura e umidade, simulando parâmetros clínicos e promovendo variações nas condições físicas e químicas dos materiais. Segundo o fabricante do dispositivo, estima-se que 300 horas de exposição correspondam a um ano de degradação de um material, e as mudanças de cor produzidas por este envelhecimento, ocorrem nas primeiras 100 ou 300 horas do processo. As amostras ficam sujeitas à luz ultravioleta e 100 % de umidade relativa a 37 °C (Pires de Souza et al., 2009). Razoog et al., (1994) afirmaram que a maior quantidade de

mudança de cor ocorre nas primeiras 100 horas de envelhecimento acelerado.

O processo de envelhecimento no ambiente bucal é conhecido por promover a degradação da superfície de materiais, resultando na formação de micro fraturas que permitem a penetração de substâncias que levam à alterações nas propriedades dos materiais (Roselino et al., 2013).

A relevância clínica deste método ainda não foi comprovada, mas é utilizado para examinar as mudanças de cor e as características físicas de vários materiais odontológicos e mostra-se útil para comparar diferentes materiais.

Um estudo avaliou a estabilidade de cor de cerâmicas de baixa fusão usando processo de envelhecimento acelerado. Quatro cerâmicas foram usadas: Vita Omega 900 e Vita Titankeramik (VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG, Bad Säckingen, Baden-Württemberg, Germany), Ceramco Finesse e Ceramco II (Degudent GmbH, Bohmte, Germany). As leituras das coordenadas  $L^*$  a  $b^*$  foram registradas com um espectrofotômetro antes e após o envelhecimento acelerado. O tempo de exposição foi de 100 horas a 37 °C e 100 % de umidade. As seguintes conclusões foram tiradas por causa de envelhecimento acelerado: as alterações de cor de Ceramco II e Vita Omega 900 foram significativamente menores do que Vita Titankeramik e Ceramco Finesse; a mudança da cor C3 foi significativamente maior do que A3 e B3 ( $\Delta E > 1$ ); e apenas a cerâmica Ceramco Finesse teve uma mudança de cor ( $\Delta E > 1$ ) perceptível pelo olho humano. Segundo o autor essas alterações podem ocorrer devido à absorção de água, o desgaste ou degradação química e ainda o conteúdo de óxido de metal, pois a ligação de óxido de metal pode facilmente quebrar sob radiação ultravioleta e então mudar a cor do material cerâmico (Ertan, Sahin, 2005).

Outro estudo investigou a estabilidade da cor de duas cerâmicas: Ceramco (Degudent GmbH, Bohmte, Germany) e sistema Procera (Nobel Biocare Holding AG, Zürich-Flughafen, Switzerland) submetidas ao envelhecimento acelerado por 900 horas. Foram confeccionadas vinte placas, cinco em cada tom A3, A3.5, C3 e D3. As leituras de cor foram registradas antes e depois da exposição. Os resultados demonstraram que em termos de estabilidade de cor, nenhuma cerâmica teve mudanças clinicamente perceptíveis após 900 horas de envelhecimento acelerado (Razzoog et al., 1994).

A estabilidade de cor de restaurações cerâmicas pode ser influenciada pelo seu processo de fabricação, assim como o número de queimas que passa. Baseado nisso Pires de Souza et al., (2009) estudaram o efeito que o número de queimas e o tipo de substrato tinham sobre a estabilidade de cor de cerâmica submetidas a envelhecimento acelerado. Sessenta espécimes foram fabricados: trinta de metal/cerâmica Verabond II (Aalbadent, Fairfield, California, EUA) + IPS d.SIGN (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) e trinta de cerâmica pura IPS d.SIGN (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein). As amostras foram divididas em três grupos e submetidas a dois, três ou quatro disparos (+/- 900 °C), respectivamente. A exposição foi por um ciclo programado de: quatro horas de exposição à radiação UVB a 50 °C e quatro horas de condensação a 50 °C, durante 384 horas. Os resultados demonstraram que o número de queimas causou alterações nas coordenadas do espaço L\* a\* b\* para todos os espécimes de cerâmica, tornando-as mais escura e mais avermelhada/ amarelada; os corpos de cerâmica/metal não tiveram alterações. Já o envelhecimento acelerado artificial causou mudanças de cor em níveis considerados clinicamente não perceptíveis ( $\Delta E < 1,0$ ) para cerâmica/metal e cerâmica pura.

Atay et al., (2008) investigaram o efeito do envelhecimento acelerado sobre a estabilidade de cor de cerâmica feldspática com diferentes tratamentos de superfície. Foram

confeccionados quarenta discos de cerâmica feldspática na cor A2 de acordo com as recomendações do fabricante. As amostras foram divididas aleatoriamente em quatro grupos de acordo com o tratamento de superfície: dupla troca iônica, vitrificação da superfície, polimento e autoglaze. As amostras foram submetidas ao envelhecimento acelerado por 150 e 300 horas. Os resultados após o envelhecimento demonstraram alterações de cor  $\Delta E$  dos quatro grupos de tratamento de superfície variando entre 0,35 e 1,31. O grupo do auto glaze apresentou maior estabilidade de cor comparada aos outros tratamentos, entretanto, os valores  $\Delta E$  foram clinicamente inaceitáveis para todos os grupos.

A estabilidade de cor e opacidade de cimentos também pode ser avaliada usando esse tipo de envelhecimento. Quarenta discos de porcelana feldspática Ceramco (Dentsply International, York, Pennsylvania, EUA) foram preparados e divididos em quatro grupos. Os cimentos resinosos foram colocados sobre os discos e sobre eles uma carga de 2,5kg para padronização da espessura do cimento, e então polimerizados de acordo com as instruções do fabricante. Os cimentos fotoativado foram: Variolink Veneer e Variolink II, dual: Variolink II e autopolimerizável: Multilink, todos da empresa Ivoclar Vivadent (Schaan, Liechtenstein). As medidas de cor foram realizadas antes e após o envelhecimento, o tempo de exposição foi de 100 horas a 37 °C e 100 % de umidade. Os resultados mostraram que nenhum dos grupos apresentou diferenças significativas  $\Delta E$  antes e após o envelhecimento ( $p>0,05$ ); permanecendo com nível de aceitação clínica ( $\Delta E<3,3$ ), entretanto, todos os cimentos tornaram-se mais opacos (Ghavam et al., 2010).

Roselino et al., (2013) avaliaram a estabilidade de cor e rugosidade superficial de materiais restauradores estéticos submetidos ao envelhecimento artificial. Cento e vinte amostras dos materiais: Z350 (3M ESPE, Saint Paul, Minnesota, USA), Tetric N-Ceram e IPS e.max Ceram (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) todos na cor A3 foram testados.

As medidas de cor e rugosidade foram efetuadas antes e após o envelhecimento, e as amostras foram ainda submetidas a ciclos de escovação mecânica, antes ou após o envelhecimento. O ciclo do envelhecimento foi ajustado para 4 h de exposição a UVB a 50 °C e 4 h de *spray* de água a 50 °C, por um período de 480 h. Os autores concluíram que a abrasividade dos dentífricos não foi um fator significativo na mudança de cor e rugosidade da superfície, mas a mudança de cor aumentou quando as amostras de resina foram submetidas à escovação após o envelhecimento, a cerâmica apresentou o menor  $\Delta E$  em todos os protocolos estudados.

## 2.5 Cimentação de laminados

A escolha de um cimento resinoso para uma restauração em odontologia requer alguns requisitos: propriedades funcionais, possibilitando longevidade das restaurações pelas propriedades mecânicas, tais como alta resistência, resistência à fratura, dureza superficial, módulo de elasticidade otimizado, baixo desgaste, baixa absorção de água e solubilidade, baixa contração de polimerização, baixa fadiga e degradação, alta radiopacidade. Também são importantes que proporcionem as propriedades biológicas, ou seja, boa biocompatibilidade, ausência de sensibilidade pós-operatória, preservação da integridade dos dentes evitando fraturas e fissuras e propriedades anticariogênicas. Por fim as considerações estéticas, possibilitando estabilidade das propriedades ópticas, bom polimento, brilho, ausência de pigmentação marginal ou superficial, e correspondência com as escalas de cor (Ilie, Hickel, 2011).

O mecanismo de retenção pode ser: químico, mecânico (atrato), ou micro mecânico (hibridização do tecido), mas dependendo da

natureza do cimento e do substrato podem vir a ser uma combinação de dois ou três mecanismos (Manso et al., 2011).

Em cerâmicas feldspáticas o condicionamento da superfície com ácido fluorídrico é eficaz no desenvolvimento da união mecânica ao cimento resinoso e a silanização na união química entre a fase inorgânica da cerâmica e a fase orgânica do cimento resinoso na superfície de uma cerâmica condicionada. Já as cerâmicas que possuem em sua estrutura óxidos de alumínio e zircônia (Lava), o condicionamento com ácido fluorídrico não é um método eficiente, pois não existe a fase vítrea e ainda há a redução de sílica em alguns materiais. Nesses casos a silanização e o agente cimentante se mostram eficazes, alguns materiais LAVA ainda indicam p jateamento com óxido de alumínio (Gomes et al., 2008).

### 2.5.1 Cimento fotoativado

Os cimentos fotoativados são os indicados para cimentação de laminados de contato e facetas de porcelana, possuem melhor tempo de trabalho e estabilidade de cor (Manso et al., 2011).

Em 2012, D'Arcangelo et al., desenvolveram um estudo não intervencionista para registrar o desempenho clínico de laminados de cerâmicas feldspática Omega 900 (VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG, Bad Säckingen, Baden-Württemberg, Germany), cimentados com cimento fotoativado Enamel Plus HFO (Micerium, Italy) por um período de sete anos. Trinta pacientes receberam facetas de porcelana laminadas (n=119) em dentes anteriores superiores e receberam um mínimo de dois até um máximo de seis facetas. Adaptação marginal, descoloração marginal, cárie secundária, correspondência de cor, forma anatômica foram examinados clinicamente seguindo critérios modificados da United States Public Health Service (USPHS). As restaurações foram avaliadas

para conferir se existiam rachaduras, fraturas ou descolagem e os índices de placa e sangramento gengival também foram registrados. No início do estudo os laminados foram classificados como Alfa, que representava o melhor desempenho em cada parâmetro avaliado. Até 48º mês, não foram registradas falhas e todas as restaurações em todas as categorias permaneceram classificadas como Alfa. Após sete anos os resultados do estudo mostraram que: a taxa de sobrevivência relacionada com a restauração foi de 97,5 % e a taxa de sobrevivência relacionada com o paciente foi de 90,0 %. A combinação de cores e forma anatômica foi classificada como Alfa durante todo o período do estudo de sete anos, sem registrar nenhuma diminuição na pontuação. Resposta periodontal aos laminados permaneceu classificada como satisfatória. Concluíram que a técnica de cimentação utilizando um cimento fotoativado e um cuidado com o acabamento manual foi associado com altas taxas de sobrevivência de facetas de porcelana.

O efeito do envelhecimento sobre a estabilidade de cor de cimentos fotoativados, autopolimerizável e dual utilizados para a cimentação de laminados cerâmicos foi estudado. Foram testados os cimentos: autopolimerizável Dyract Cem e fotoativado Em Force (Dentsply International, York, Pennsylvania, EUA), e dual Twinlook (Heraeus Kulzer GmbH, Hanau, Germany) que foram cimentados em discos de cerâmica na cor A2. Análises espectrofotométricas foram feitas após 300, 600 e 900 horas, totalizando 900 horas das amostras submetidas ao de tempo de envelhecimento acelerado. As amostras passaram por um ciclo com temperatura de 43,3 °C, com 18 minutos de *spray* de água a cada 2 horas. Os resultados demonstraram valores de  $\Delta E$  variando de 1.9 a 2.7, sendo considerados aceitáveis. Concluíram que o tempo de envelhecimento não influenciou nos valores do  $\Delta E$ ,  $\Delta C$  e  $\Delta H$  em nenhum dos materiais testados (Hekimoğlu et al., 2000).

Kilinc et al., (2011) compararam a estabilidade de cor de cimentos fotoativados e cimentos duais e determinaram o efeito dessa

descoloração sobre a aparência da cerâmica após cimentação. Foram fabricados sessenta discos de cerâmica reforçada com leucita IPS Empress Esthetic (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) e foram cimentadas com seis cimentos resinosos: três em versão fotoativado e outros mesmos três na versão dual, sendo eles: Nexus2 (Kerr Corporation, Orange, California, EUA), Variolink Veneer (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) e Calibra (Dentsply International, York, Pennsylvania, EUA). Após as leituras iniciais, as amostras foram submetidas ao envelhecimento acelerado por processo de intemperismo. Os ciclos foram 40 min de luz, 20 min de luz e *spray* água, seguido por 60 min de luz e 60 min de escuro com *spray* de água. A temperatura do painel foi mantida a  $70\pm 3$  °C no ciclo de luz e a  $38\pm 2$  °C no ciclo do escuro. A temperatura do bulbo seco foi mantida a  $47\pm 3$  °C no ciclo de luz e  $38\pm 2$  °C no ciclo do escuro. Umidade relativa foi de  $50 \pm 5$  % em ciclo de luz e  $95\pm 5$  % no ciclo do escuro. Um total de  $150 \text{ kJ/m}^2$  de energia foi aplicado durante 65 horas. Como resultado os autores descreveram que os grupos dos discos de cerâmica cimentados com cimentos resinosos fotoativados não apresentaram descoloração visível ( $\Delta E < 2$ ), as cerâmicas cimentadas com cimentos resinosos duais descoloriram mais que o outro grupo testado, podendo assim, afetar a estética sobre margens da restauração quando diretamente expostos. Entretanto, a alteração de cor foi mascarada pela cerâmica em todos os grupos, por conta disso, nenhum dos cimentos resinosos resina causou uma mudança de cor visível na cerâmica, mostrando que mesmo uma mudança significativa da cor do cimento pode ser imperceptível quando coberto pela cerâmica.

Runnacles et al, (2014) avaliaram se a espessura de laminados cerâmicos influenciava no grau de conversão de um cimento resinoso fotoativado. O cimento RelyX Veneer (3M ESPE, Saint Paul, Minnesota, USA) na cor A1 foi fotoativado após a interposição de facetas de cerâmica feldspática IPS inline, IPS Empress Esthetic, IPS e.max LT (baixa translucidez) e IPS e.max HT (alta translucidez), todos da empresa

Ivoclar Vivadent (Schaan, Liechtenstein), que foram preparados com o sistema CAD/CAM com quatro espessuras: 0,5 mm, 1,0 mm, 1,5 mm e 2,0 mm. Como controle, o cimento foi fotopolimerizado sem interposição de cerâmica. Os resultados do estudo mostraram que o grau de conversão foi semelhante ao controle para todos os grupos com interposição de cerâmica de 0,5 mm e 1,0 mm ( $p>0,05$ ). Entre os laminados de 1,5 mm de espessura, IPS e.max LT foi o único material que apresentou resultados diferentes do controle ( $p<0,05$ ). Na espessura de 2,0 mm, apenas o IPS e.max LT e HT foram capazes de produzir cimentos com graus de conversão semelhantes ao controle ( $p>0,05$ ). Concluíram que o cimento fotoativado deve ser usado com cuidado para facetas cerâmicas mais espessas do que 1,5 mm, segundo os autores isto pode estar relacionado com a ideia de que, dependendo da composição e espessura da cerâmica, a luz que atinge o cimento subjacente pode ser menor do que a necessária.

Turgut et al; (2014a) avaliaram a variação da translucidez de dois cimentos resinosos duais e um fotoativado após a cimentação e envelhecimento acelerado UV. Cerâmica de dissilicato de lítio IPS e.max Press (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) na cor A1 foi utilizada em forma de disco com 0,5 e 1,0 mm de espessura. O cimento fotoativado RelyX Veneer (3M ESPE, Saint Paul, Minnesota, USA) e os duais Maxcem Elite (3M ESPE, Saint Paul, Minnesota, USA) e Variolink II (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) foram aplicados sobre os discos de porcelana com uma espessura de 0,1 mm. Os cimentos RelyX Veneer e Variolink II possuíam a cor branca (Br) e translúcida (Tr), o cimento Maxcem Elite a cor branco (Br) e claro . A cor e translucidez foram medidas antes e após o envelhecimento. As amostras foram expostas a luz UV e *spray* de água durante 300 horas na máquina de teste. A temperatura do painel traseiro variou entre 38 °C (escuro) e 70 °C (luz), e a umidade relativa era de 95 % (escuro) e 50 % (luz). A temperatura de bulbo seco foi de 38 °C no escuro e 47 °C na fase de luz. O ciclo de teste

consistiu em 40 minutos de luz, 20 minutos de luz com *spray* de água pela frente, 60 minutos de luz e 60 minutos no escuro com *spray* de água em volta. A energia total de exposição foi de 150 kJ/m<sup>2</sup>. Os resultados mostraram que o processo de cimentação influenciou significativamente a PT dos laminados com 0,5 e 1,0 mm de espessura ( $p < 0,05$ ); o cimento RelyX Veneer apresentou o menor valor PT após cimentação; para os cimentos translúcidos, não houve diferenças significativas entre "cerâmica", "cerâmica + RelyX Veneer Tr", "cerâmica + Variolink II Tr" e "cerâmica + Maxcem claro," com a espessura de 0,5 mm ( $p > 0,05$ ). Os autores concluíram que o envelhecimento acelerado deixou as cerâmicas e os cimentos mais opacos.

Um estudo avaliou a diferença de cor final (AE) em laminados cerâmicos cimentados com diferentes tons de cimento fotoativado. Trinta espécimes em forma de disco foram fabricados a partir de três tipos de cerâmicas puras ( $n=10$  para cada material): leucita IPS Empress Esthetic, dissilicato de lítio IPS e.max Press, e fluorapatita IPS Empress ZirPress, todos da empresa Ivoclar Vivadent (Schaan, Liechtenstein). Todos os discos possuíam o diâmetro 10,0mm e as espessuras eram 0,5 ou 0,7mm. Os substratos foram fabricados à base de resina composta Filtek Supreme XT (3M ESPE, Saint Paul, Minnesota, USA) esmalte e dentina A3. Foi utilizado cimento RelyX Veneer (3M ESPE, Saint Paul, Minnesota, USA) nas cores translúcido, branco opaco, branco, A1 e A3. Os resultados demonstraram haver uma interação significativa entre: material cerâmico, espessura da cerâmica, tom do cimento na cor final ( $p < 0,0001$ ); os valores do AE para as diferentes cerâmicas utilizadas foram diminuídos quando a espessura da cerâmica aumentou de 0,5 para 0,7 mm e as diferenças foram significativas ( $p=0,00$ ). Os autores concluíram que os valores mais elevados AE foram para IPS Empress Esthetic, seguido por IPS Empress ZirPress e os menores valores para IPS Empress e.max Press. A cor branco opaco apresentou diferenças de cor perceptíveis ( $AE > 3,3$ ) em ambas as

espessuras para IPS Empress Esthetic e na espessura de 0,5 mm para IPS Empress ZirPress (Alqahtani et al., 2012).

### 2.5.2 Resina *Flow*

Os cimentos resinosos possuem amina terciária aromática em sua composição podendo comprometer a estabilidade de cor das restaurações cerâmicas. As resinas compostas fluidas podem representar uma opção a mais para a cimentação de laminados cerâmicos.

Estes materiais foram desenvolvidos em 1996 possuem o mesmo tamanho de partículas de compósitos híbridos e tiveram uma redução na viscosidade, permitindo uma maior fluidez e melhor manuseamento (Archeegas et al., 2011).

Um estudo avaliou o efeito do envelhecimento acelerado sobre a estabilidade de cor e translucidez de resinas fluídas. Dois compósitos de baixa viscosidade foram avaliados: Filtek Supreme Ultra *Flowable* (3M ESPE, Saint Paul, Minnesota, USA), nas cores A1, A3 e branco; e Tetric Evo *Flow* (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), nas cores A1, A3, e Bleach. O grupo controle era uma resina micro híbrida Filtek Z250 (3M ESPE, Saint Paul, Minnesota, USA), nas cores A1, A3 e B1. As amostras foram submetidas a ciclo de envelhecimento acelerado de 150 kJ/m<sup>2</sup> por 300 horas com irradiância a 0,55 W/m<sup>2</sup> a 340 nm, a temperatura de painel preto de 70 °C (ciclo de luz) e 38 °C (ciclo escuro), a temperatura de bulbo seco de 47 °C (ciclo de luz) e 38 °C (ciclo escuro), e uma umidade de 50 % (ciclo de luz) e 95 % (ciclo escuro). O ciclo foi de 40 min luz, 20 min de luz com *spray* de água pela frente, 60 min luz e 60 min escuro. Os autores concluíram que a resina Tetric Evo *Flow* apresentou a menor variação de cor com o envelhecimento seguida por Filtek Z250 e Filtek Supreme Ultra *Flowable*, em geral, as cores mais

escuras apresentaram maior estabilidade de cor; e a translucidez não foi afetada pelo envelhecimento (Korkmaz Ceyhan et al., 2014).

Em 2011, Archegas et al, estudaram a estabilidade de cor e opacidade de cimentos duais e fotoativados e compósitos fluídos após envelhecimento acelerado. Sessenta e três discos foram fabricados com a cerâmica IPS Empress Esthetic (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), os cimentos duais foram: RelyX ARC (3M ESPE, Saint Paul, Minnesota, USA), AllCem (AC) (FGM, Santa Catarina, Brazil) e Variolink II (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein); os cimentos fotoativados: RelyX Veneer (3M ESPE, Saint Paul, Minnesota, USA), Experimental Veneer (FGM, Santa Catarina, Brazil) e Variolink Veneer (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein); e os compósitos fluídos: Filtek Z350 *Flow* (3M ESPE, Saint Paul, Minnesota, USA), Opallis *Flow* (FGM) e Tetric *Flow* (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein). O ciclo do envelhecimento a temperatura do painel negro foi de  $63\pm 2$  °C e os ciclos foram definidas a 102 min de luz com 50 % de umidade e 18 min de luz com *spray* de água pulverizada. Os espécimes foram envelhecidas por 120 h em um total de energia de  $150 \text{ kJ/m}^2$ . Os resultados demonstraram que entre os cimentos duais: RelyX ARC e AllCem apresentaram as maiores alterações na cor, enquanto Variolink II foi semelhante a resina *Flow* Opallis *Flow*; entre os cimentos de fotoativados: RelyX Veneer e Experimental Veneer não apresentaram diferenças significativas em mudanças de cor entre eles, mas apresentaram maiores alterações de cor do que Variolink Veneer. Variolink Veneer e Filtek Z350 *Flow* apresentaram os menores valores de  $\Delta E$  ( $p > 0,05$ ). Para a opacidade não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os materiais antes e após o envelhecimento ( $p < 0,05$ ). RelyX Veneer apresentou significativamente maiores valores de opacidade antes e após o envelhecimento ( $p < 0,05$ ). E os menores valores foram de Experimental Veneer, Variolink Veneer e Tetric *Flow*, em ambas as condições. A opacidade de todos os materiais aumentou após o envelhecimento acelerado, com a exceção de Opallis

*Flow*. Os autores concluíram que todos os compósitos fluidos apresentaram características adequadas para cimentação de laminados cerâmicos.

Em 2015, Almeida et. al, em estudaram avaliou a estabilidade de cor de facetas cerâmicas cimentadas com cimento fotoativado, dual e resina *Flow* submetidos a envelhecimento acelerado por ciclos térmicos. Discos de cerâmica Super Porcelain EX-3 (Kuraray Noritake Dental Inc, Japan) foram cimentados em discos de esmalte bovino com quatro agentes de cimentação: cimento dual RelyX ARC, cimento fotoativado RelyX Veneer, resina fluida Filtek Z350 *Flow* e resina composta pré-aquecida durante 30 minutos a 60°C Filtek Z350 XT, todos do fabricante 3M ESPE (Saint Paul, Minnesota, USA). As medidas de cor foram feitas antes e após 10.000 e 20.000 ciclos térmicos. Os autores concluíram que o cimento dual teve maior alteração de cor do que o fotoativado. A resina fluida e a resina composta pré-aquecida apresentaram estabilidade semelhante ao cimento fotoativado.

### **3 PROPOSIÇÃO**

#### **3.1 Objetivo geral**

Este estudo teve como objetivo avaliar: a estabilidade de cor, translucidez e brilho de um cimento resinoso e uma resina *Flow* empregados na cimentação adesiva de laminados de cerâmica feldspática ou de RNC, com diferentes espessuras, por meio de teste de envelhecimento acelerado.

#### **3.2 Objetivos específicos**

Comparar a estabilidade de cor do agente de cimentação adesiva empregado em lâminas de cerâmica feldspática e de RNC com espessuras diferentes (0,5 mm e 1,0 mm).

Comparar a variação de cor entre: um cimento fotoativado e uma resina *Flow* após o envelhecimento acelerado.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Material para os espécimes

Foram utilizados dentes anteriores bovinos hígidos extraídos e armazenados em solução salina com timol. Foram avaliados os agentes de cimentação: o cimento resinoso fotoativado Variolink Veneer (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) e uma resina composta *Flow* Filtek Z350 (3M ESPE, Saint Paul, Minnesota, USA), na cor Neutra (Valor Médio) e A1 respectivamente, demonstrados no quadro 1.

Quadro 1- Agente de cimentação, fabricante e composição

Agentes de cimentação	Fabricante	Composição
Variolink Veneer	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein	Bis-GMA, UDMA, dióxido de silício, itérbio, iniciadores de trifluoreto, estabilizadores, pigmentos.
Filtek <i>Flow</i> Z350	3M ESPE, Saint Paul, Minnesota, USA	Bis-GMA, sílica, TEG-DMA, fluoreto de itérbio, polímero dimetacrilato funcionalizado e dióxido de titânio.

UDMA: Diuretano dimetacrilato, BisGMA: Bisfenol A diglicidil éter dimetacrilato, TEGDMA: Dimetacrilato de trietilenoglicol.

Avaliou-se também o comportamento desses cimentos com relação a dois materiais diferentes: cerâmica Feldspática (Vitablocs

Mark II, Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Baden-Württemberg, Germany) e RNC Lava Ultimate, (3M ESPE, Saint Paul, Minnesota, USA), demonstrados no quadro 2, em duas espessuras diferentes (0,5mm e 1,0mm).

Quadro 2 - Material restaurador, fabricante e composição

Material Restaurador	Fabricante	Composição (% peso)
Cerâmica feldspática Vita Mark II	VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG, Bad Säckingen, Baden-Württemberg, Germany	SiO <sub>2</sub> : 56-64, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 20-23, Na <sub>2</sub> O: 6-9, K <sub>2</sub> O: 6-8, CaO: 0,3-0,6, TiO <sub>2</sub> : 0,0-0,1
RNC LAVA	3M ESPE, Saint Paul, Minnesota, USA	Partículas nano cerâmica: 80. Matriz inorgânica: sílica 20nm, zircônia de 4 a 11nm.

SiO<sub>2</sub>: dióxido de silício, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: óxido de alumínio, Na<sub>2</sub>O: óxido de sódio, K<sub>2</sub>O: óxido de potássio, CaO: óxido de cálcio, TiO<sub>2</sub>: dióxido de titânio.

#### 4.1.1 Confeção dos espécimes de dente bovino

Para este trabalho foram selecionados oitenta dentes bovinos obtidos de animais recém-abatidos, com idade entre 2 a 4 anos. Após a extração, os dentes foram limpos com lâminas de bisturi e armazenados em solução salina contendo 0,1 % de timol a 4 °C e usados dentro de duas semanas.

Foram realizados cortes perpendiculares ao longo eixo dos dentes, ao nível da junção cimento esmalte, utilizando um disco

diamantado (Dremel, Campinas, São Paulo, Brasil), em torno de alta rotação (Figura 1 A e B).

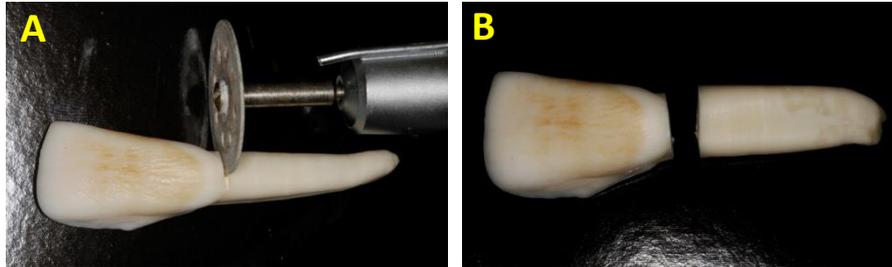


Figura 1 – A e B) Secção dos espécimes.

Para obtenção de amostras circulares de dimensões padronizadas foi utilizada a “Máquina para Corte de Amostras Circulares”, desenvolvida pelo professor Dr. Carlos Rocha Gomes Torres (Figura 2 A). Os dentes foram estabilizados na morsa de fixação, ao qual era posicionada dentro do recipiente de coleta de fluídos (Figura 2 B). O recipiente de coleta foi conectado a uma articulação esférica que permite o alinhamento da superfície plana, no centro da face vestibular, perpendicularmente ao longo eixo da ponta diamantada tipo trefina, com 6,0 mm de diâmetro interno e margens recobertas com diamante aglutinado (Figura 2 C e D). A ponta diamantada foi colocada em movimento e deslocada no sentido vertical, com abundante irrigação (Figura 2 E e F).

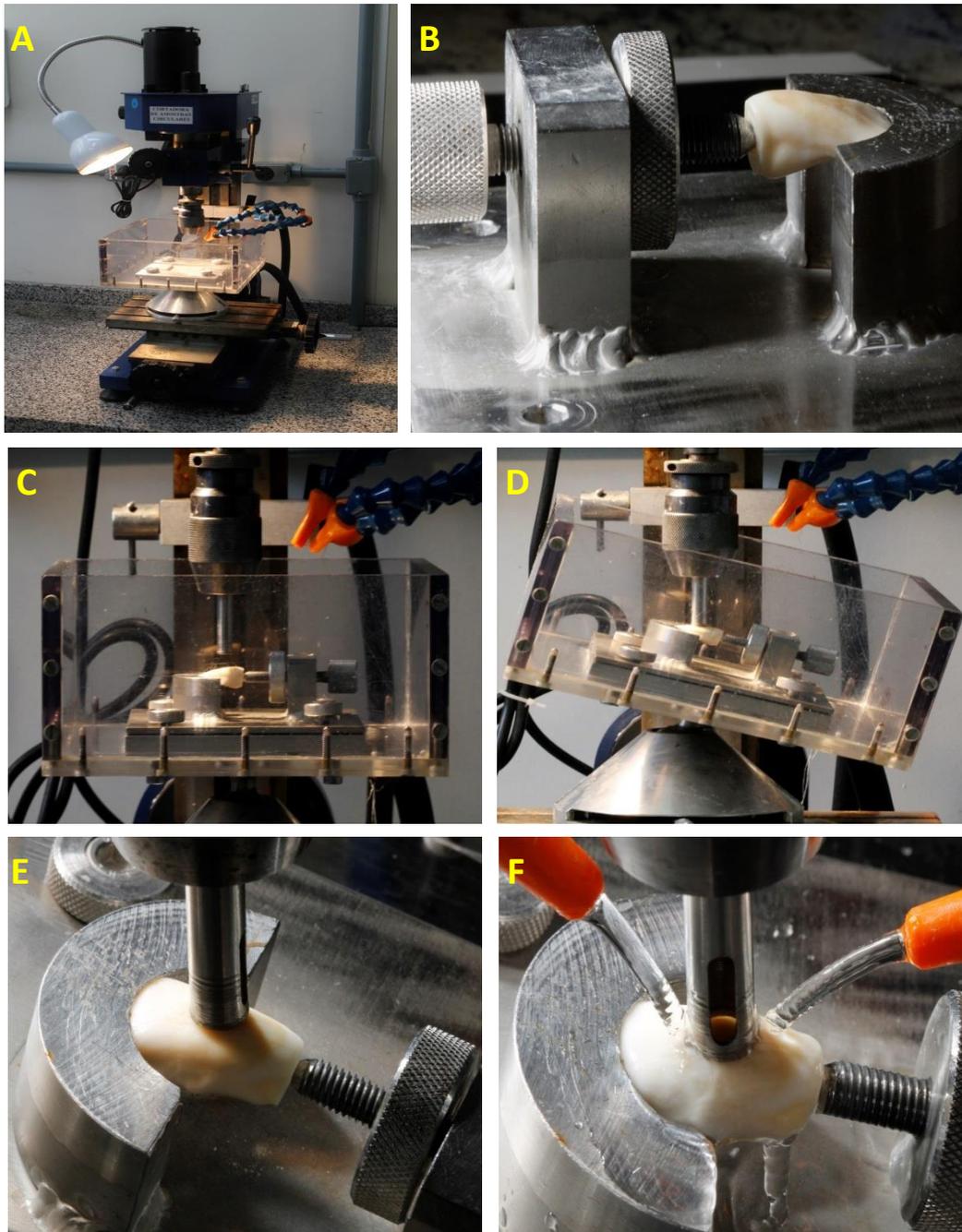


Figura 2 - A) Máquina de corte de amostras circulares (UNESP- São José dos Campos); B) Morsa para fixação de dente bovino; C e D) Alinhamento da câmara de coleta de água para que a superfície vestibular do incisivo ficasse perpendicular ao longo eixo da trefina; E e F) Corte do espécime circular.

Após o término do corte, fragmentos com diâmetro exato de 6,0mm foram removidos do remanescente dental (Figura 3 A e B).

A espessura da dentina foi padronizada posicionando-se o espécime num dispositivo metálico para desgaste que possui uma perfuração de tamanho ligeiramente maior que o espécime, e um parafuso que permite o ajuste da profundidade do orifício, o qual foi ajustado em 2,1 mm, utilizando-se um paquímetro digital (Starret, Itu, São Paulo, Brasil) (Figura 4 A). Os espécimes foram posicionados neste dispositivo de tal forma que o esmalte ficasse voltado para baixo. Sendo assim, o excesso de dentina permaneceu fora do orifício e foi desgastada em uma lixa d'água de granulação 1200 (Fepa-P, Panambra, São Paulo, SP, Brasil) (Figura 4 B), acoplada a uma politriz circular (DP-10, Panambra, São Paulo, SP, Brasil). Feito este desgaste, o dispositivo foi ajustado em 2,0 mm e então os espécimes foram posicionados com a dentina voltada para a parte interna, deixando para fora o esmalte, o qual foi polido com lixa d'água de granulação 2500 e 4000 (Fepa-P, Panambra, São Paulo, SP, Brasil), por 20 s (Figura 4 C e D), restando assim espécimes de esmalte e dentina com 1,0 mm de espessura de cada tecido (Figura 4 E).

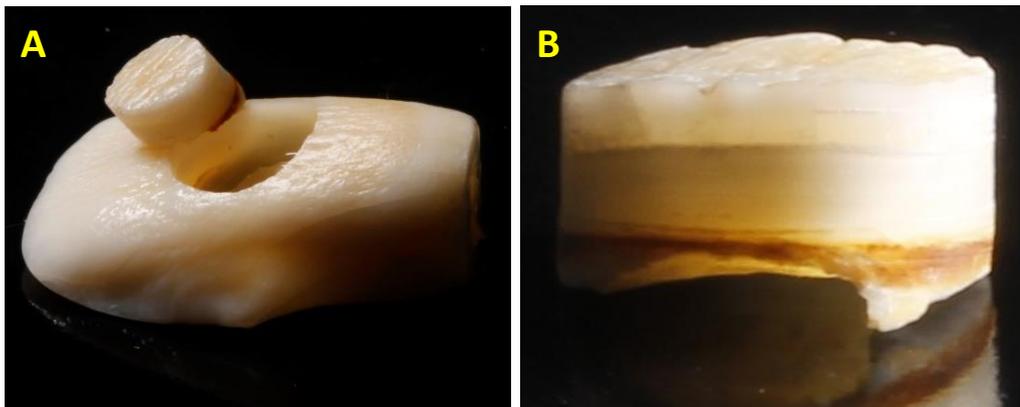


Figura 3 – A e B) Fragmentos com diâmetro exato de 6,0 mm.

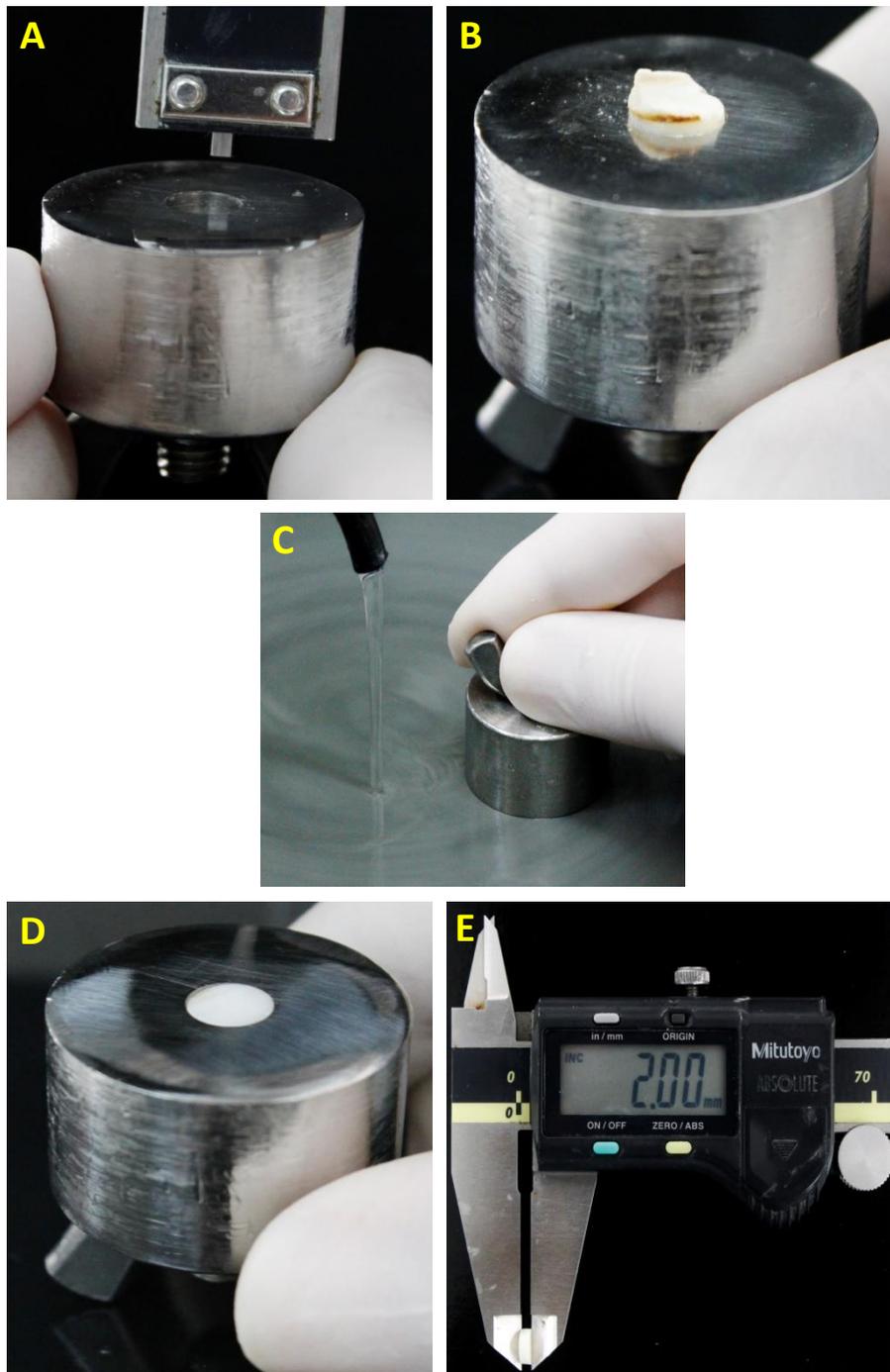


Figura 4 – A) Paquímetro digital padronizando espessura do orifício no dispositivo metálico; B) Posicionamento do espécime no orifício, excesso de dentina se projetando além da superfície; C e D) Desgaste na poltriz; E) Espécime com as dimensões adequadas, ou seja 2 mm, sendo 1mm de esmalte e 1 mm de dentina.

#### 4.1.2 Confeccões das lâminas cerâmicas

Para obtenção de amostras circulares de dimensões padronizadas de 6,0 mm de diâmetro a partir dos blocos de cada material, foi utilizada uma retifica universal (Figura 5 A).

Após a obtenção dos cilindros, estes foram incluídos com resina acrílica em tubos de Pvc (Figura 5 B) e fatiados nas espessuras de 0,5 e 1,0 mm na máquina de cortes seriados Labcut 1010 (Extec Technologies Inc., Enfield, Nova Hampshire, EUA) (Figura 5 C e D).

Foram confeccionados oitenta lâminas com 6,0 mm de diâmetro na cor A1; sendo quarenta de cerâmica feldspática Vitablocs Mark II (VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG, Bad Säckingen, Baden-Württemberg, Germany) e quarenta de RNC Lava Ultimate (3M ESPE, Saint Paul, Minnesota, USA). Para cada um dos materiais restauradores selecionados, vinte lâminas possuíam a espessura de 0,5 mm e as outras vinte lâminas a espessura de 1,0 mm.

Todos os espécimes receberam, portanto, uma lâmina com a espessura padronizada selecionada, que foi aferida através de paquímetro digital (Figura 5 E e F). Foi feita a averiguação visual para detectar possíveis trincas antes da cimentação das lâminas.

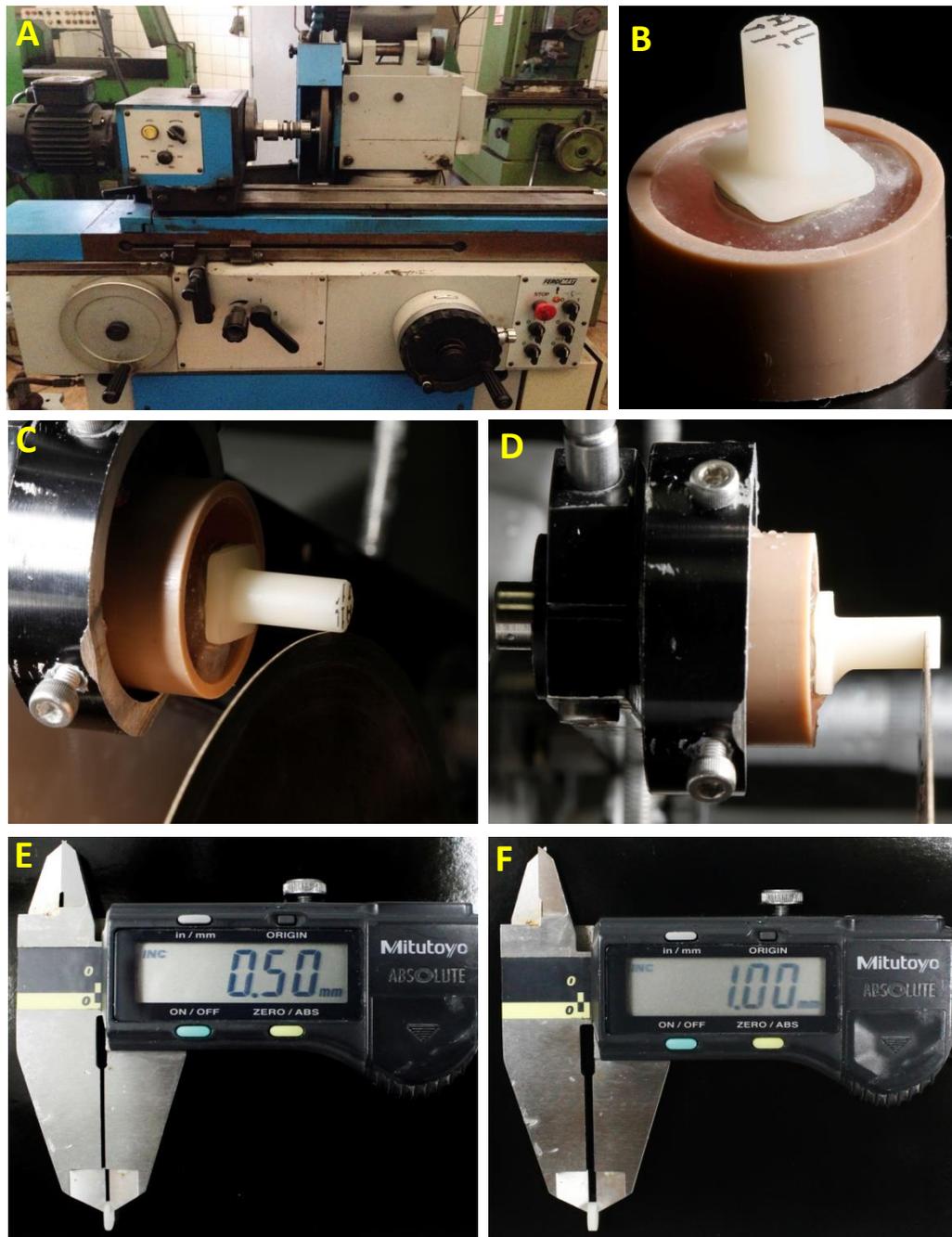


Figura 5 – A) Equipamento para obtenção de cilindros; B) Cilindros incluídos com resina acrílica em tubos de Pvc; C e D) Lâminas sendo fatiadas na Labcut; E e F) Padronização de cada espessura.

## 4.2 Preparos das superfícies para a cimentação

Antes da cimentação as lâminas de cada material e as amostras de dente foram limpas em banho de ultrassom por dois minutos.

Os espécimes de dente bovino e as lâminas de cada material foram posicionados dentro de matrizes de teflon com aproximadamente 6,0 mm de diâmetro e espessuras reguláveis, desenvolvidas para este trabalho, e então preparadas para a cimentação (Figura 6 A e B).

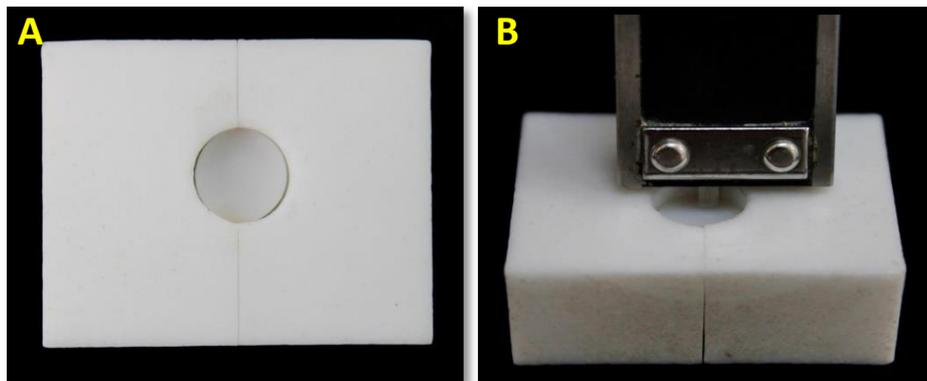


Figura 6 – A) Matriz de teflon; B) Espessura regulável com auxílio de paquímetro digital.

### 4.2.1 Tratamento da superfície do dente

O espécime de dente bovino foi posicionado dentro da matriz de teflon (Figura 7 A). A superfície de esmalte do dente foi condicionada com ácido fosfórico 37 % (Dentsply International, York, Pensilvânia, EUA) por 30 segundos (Figura 7 B e C), em seguida lavado por 30 segundos com água (Figura 7 D) e seca por 20 segundos com jato de ar (Figura 7 E). Em seguida recebeu duas camadas de adesivo Adper Single Bond (3M ESPE, Saint Paul, Minnesota, USA) e secagem por 5

segundos com jato de ar. A superfície não foi fotopolimerizada (Figura 7 F).

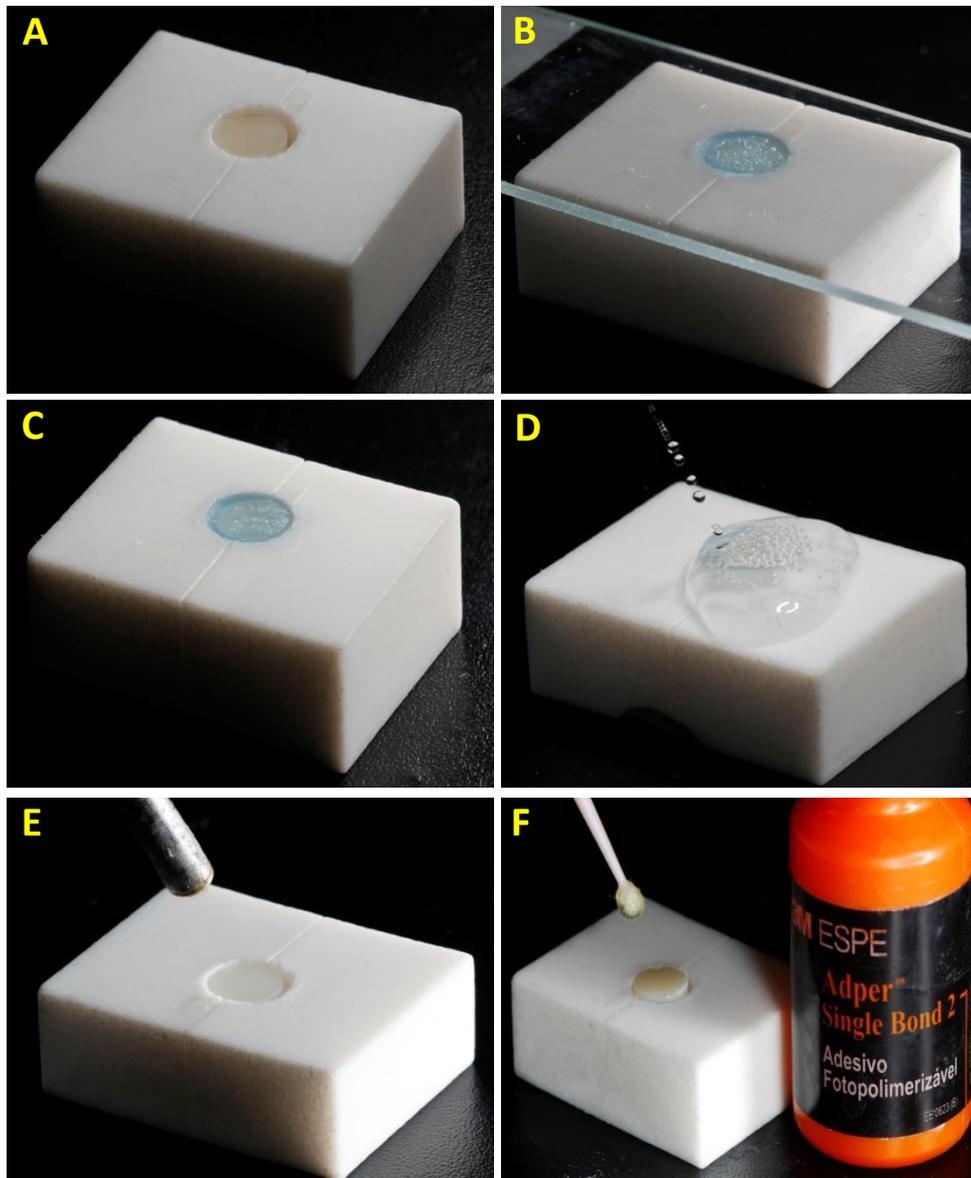


Figura 7 – A) Espécime de dente bovino posicionado na matriz de teflon; B) Placa de vidro sob ácido fosfórico; C) Padronização da camada de ácido aplicada; D) Espécime sendo lavado; E) Jato de ar; F) Aplicação de adesivo.

#### 4.2.2 Tratamento da superfície de cerâmica feldspática

A lâmina do material restaurador foi posicionada dentro da matriz de teflon (Figura 8 A). As lâminas de cerâmica feldspática foram condicionadas com ácido fluorídrico 10 % (Dentsply International, York, Pennsylvania, EUA) por 5 minutos (Figura 8 B e C), lavados com jato de água (Figura 8 D) e secos. Em seguida foi aplicado o silano RelyX Primer Cerâmica (3M ESPE, Saint Paul, Minnesota, USA) por 60 segundos (Figura 8 E), sendo em seguida a superfície seca com jato de ar por 5 segundos (Figura 8 F). Na sequência uma camada do adesivo Adper Single Bond (3M ESPE, Saint Paul, Minnesota, USA) foi aplicada na cerâmica (Figura 8 G) e um leve jato de ar foi usado para homogeneizar a camada do adesivo (Figura 8 H). Essas eram as instruções do fabricante de VITA Mark II para Tratamento da superfície da cerâmica. A superfície não foi fotopolimerizada.

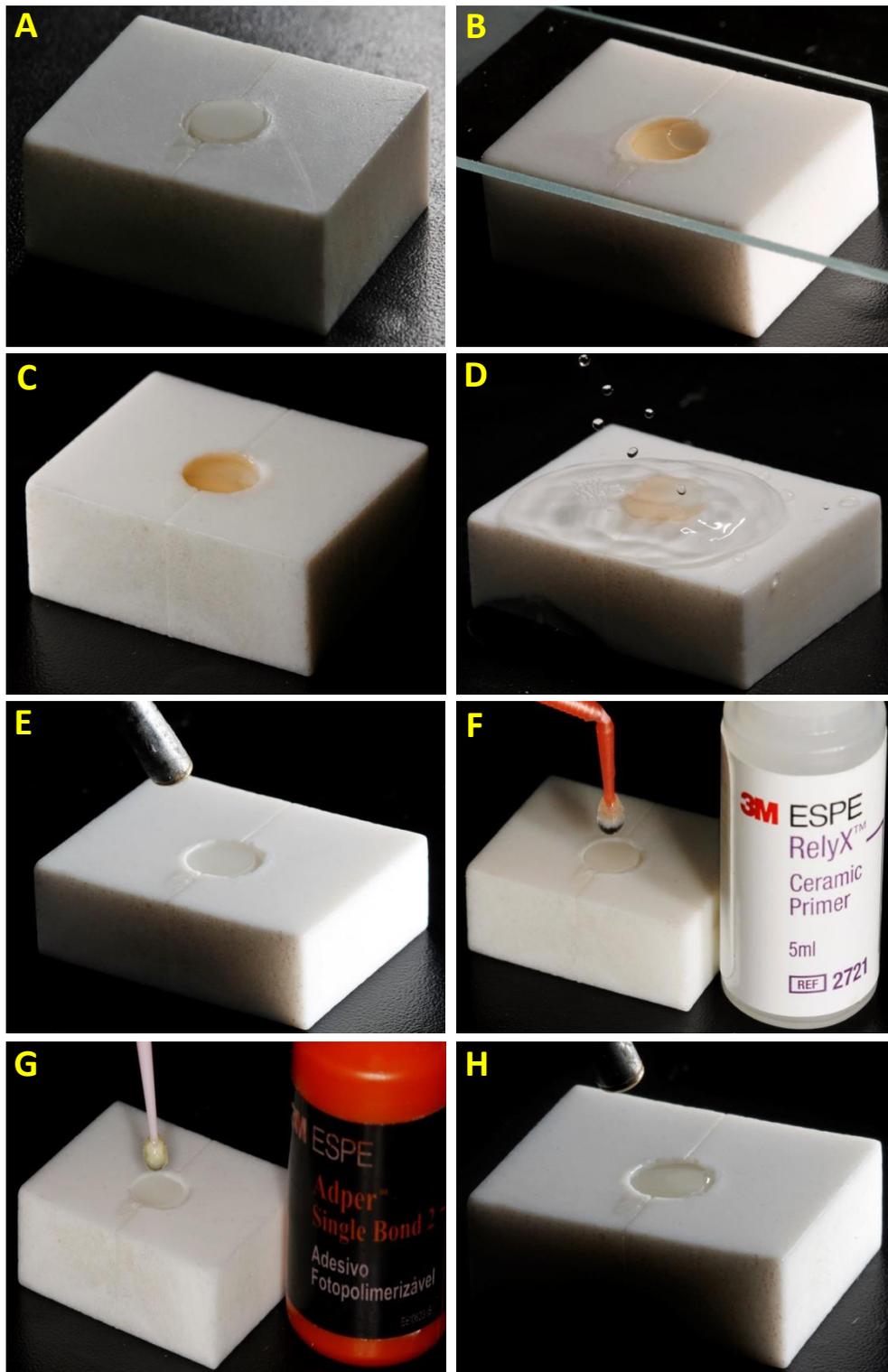


Figura 8 - A) Lâmina de cerâmica feldspática posicionada na matriz de teflon; B) Placa de vidro sob ácido fluorídrico; C) Padronização da camada de ácido aplicada; D) Lâmina sendo lavada; E) Jato de ar; F) Aplicação de primer; G) Aplicação de adesivo; H) Jato de ar.

#### 4.2.3 Tratamento da superfície de RNC

A lâmina do material restaurador foi posicionada dentro da matriz de teflon (Figura 9 A). As lâminas de RNC foram secas e receberam a aplicação do silano RelyX Primer Cerâmica (3M ESPE, Saint Paul, Minnesota, USA) por 60 segundos (Figura 9 B), seguida da aplicação de jato de ar por 5 segundos. Na sequência uma camada do adesivo Adper Single Bond (3M ESPE, Saint Paul, Minnesota, USA) foi aplicada sobre a superfície do disco de RNC (Figura 9 C), e um leve jato de ar foi usado para homogeneizar a camada do adesivo (Figura 9 D). Essas eram as instruções do fabricante do sistema LAVA Ultimate para Tratamento da superfície da RNC. A superfície não foi fotopolimerizada.

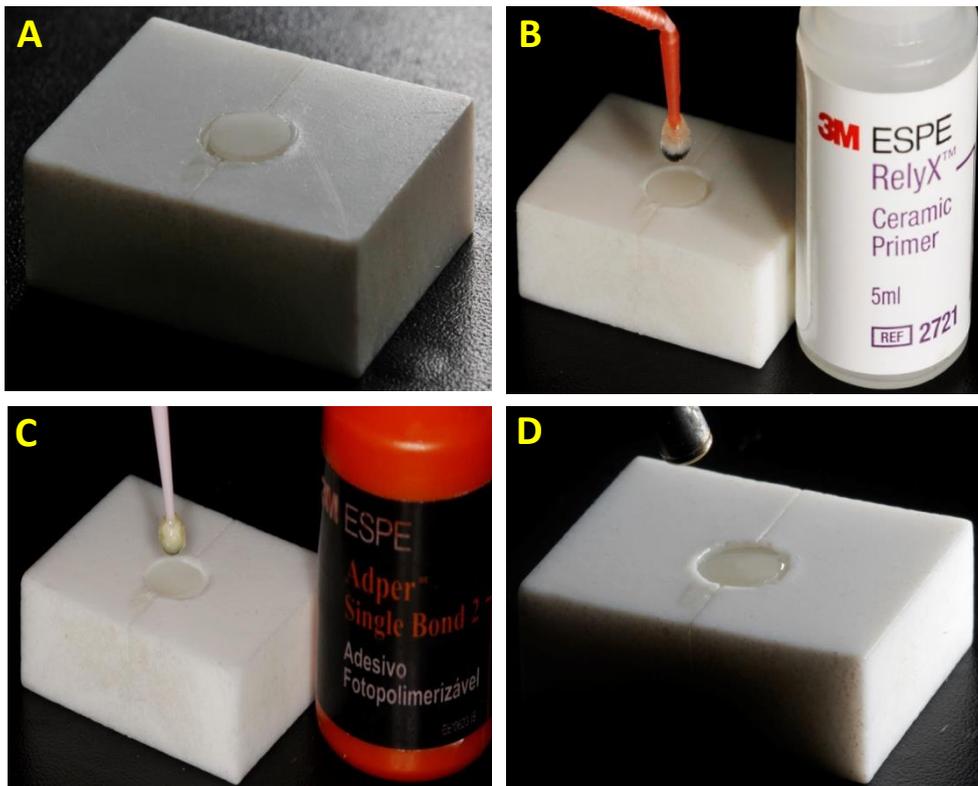


Figura 9 - A) Lâmina de RNC posicionada na matriz de teflon; B) Aplicação de primer; C) Aplicação de adesivo; D) Jato de ar.

### 4.3 Cimentação

As matrizes de teflon foram ajustadas para espessuras reguláveis de 3,0 mm e 2,5 mm. Essas matrizes tinham alívios laterais que possibilitaram o escoamento do excesso dos cimentos no momento da cimentação, permitindo assim a padronização da espessura da linha de cimentação em 0,1mm. O cimento fotoativado Variolink Veneer (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechenstein) e a resina *Flow Z350* (3M ESPE, Saint Paul, Minnesota, USA) (Figura 10 A) foram diretamente aplicados sobre toda a superfície dos espécimes e das lâminas de cerâmica e de RNC (Figura 10 B). Os espécimes de dente foram posicionados dentro da matriz em seguida as lâminas eram levadas a matriz (Figura 10 C) e sobre o conjunto posicionada uma lâmina de vidro (Figura 10 D). As amostras eram elevadas para fora da matriz de teflon e pré-polimerizadas de forma que fosse possível a remoção de excessos dos agentes de cimentação, em seguida toda as faces foram polimerizadas (Figura 10 E) com o aparelho LED Radium-cal (SDI Dental Limited, Victoria, Austrália) com uma irradiância de 1200 mW/cm<sup>2</sup> por 40 segundos (Figura 10 F).

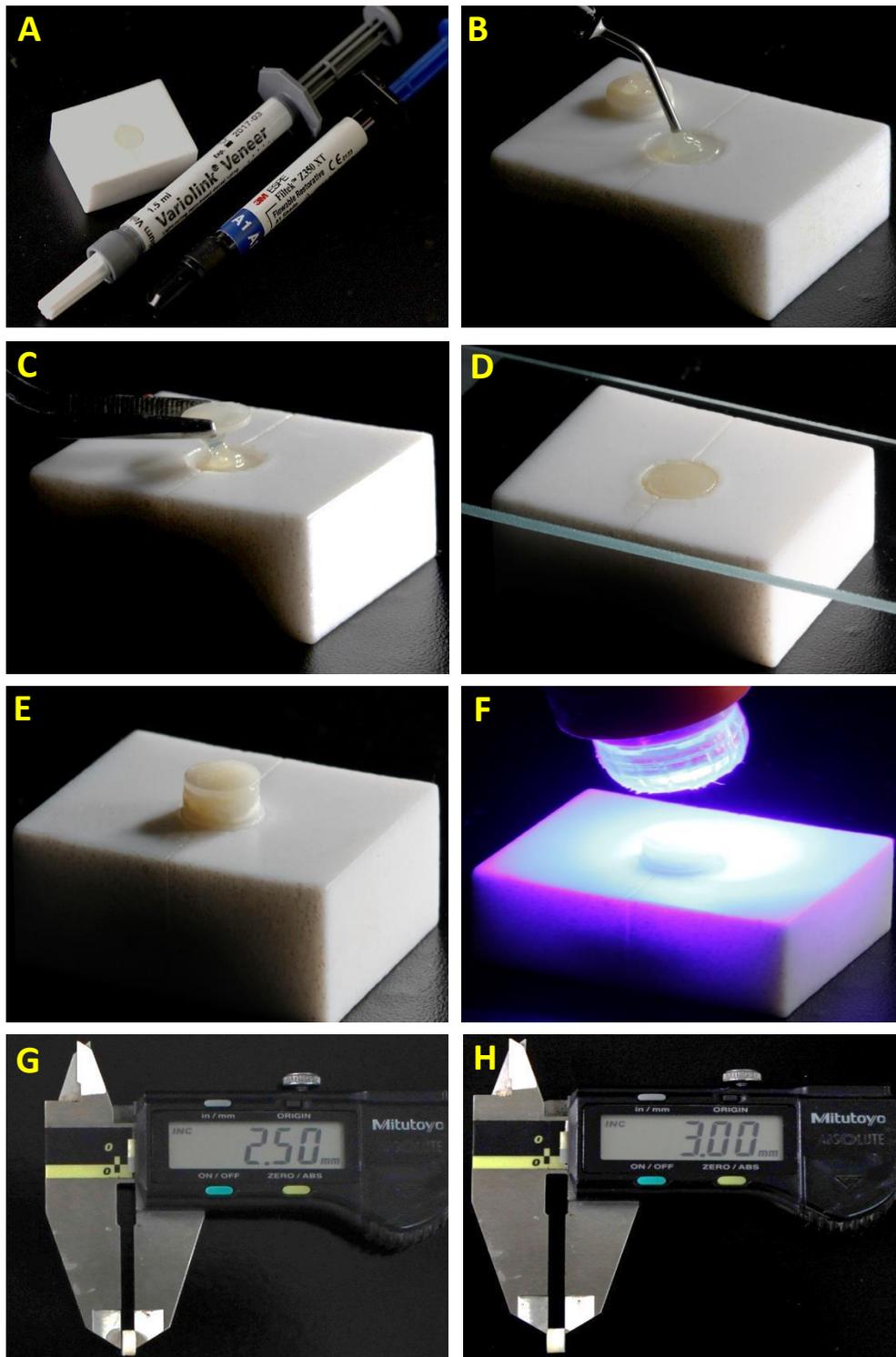


Figura 10 – A) Agentes de cimentação; B) Agentes de cimentação sendo aplicados sob toda superfície; C) Lâminas sendo levadas a matriz de teflon com espécime de dente bovino; D) Placa de vidro sob amostra; E) Amostra elevada da matriz de teflon; F) Fotopolimerização; G e H) Padronização de cada espessura.

#### 4.4 Distribuições dos espécimes nos grupos a serem testados

Os espécimes foram divididos em dois grupos: cerâmica e RNC. Estes grupos foram divididos em subgrupos de acordo com a espessura e por fim, divididos de acordo com o cimento utilizado: cimento resinoso fotoativado e resina *Flow*. Cada subgrupo final possuía 10 corpos de prova, onde foram avaliados: cor, brilho e translucidez (Figura 11). Os corpos de prova tiveram os parâmetros (brilho, cor e translucidez) verificados antes da cimentação (somente esmalte) (L1), após a cimentação (esmalte+ agente cimentação+ cerâmica) (L2) e ainda após o envelhecimento proposto (L3), respeitando-se o grupo a que pertencem.

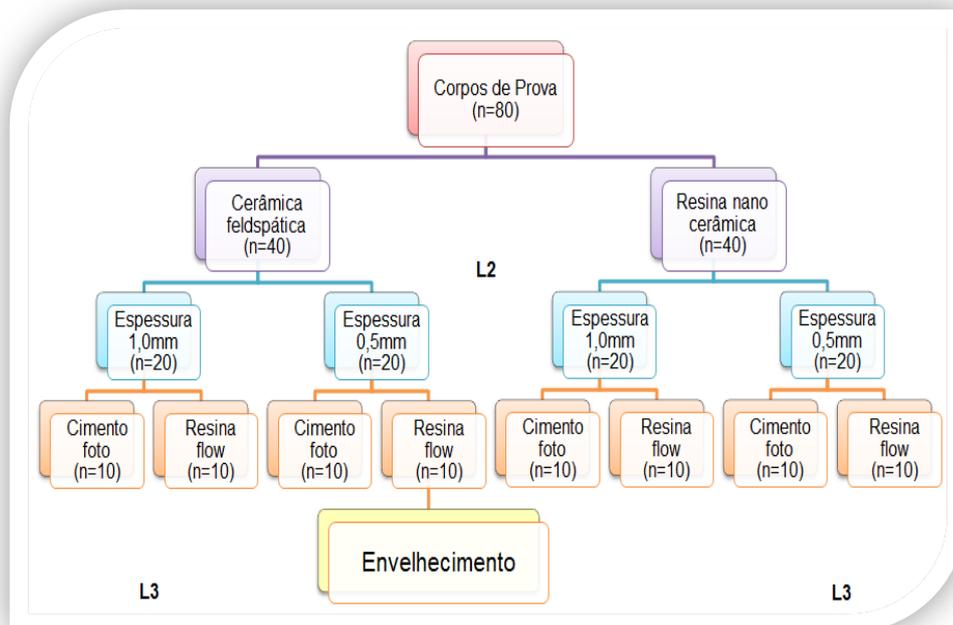


Figura 11- Fluxograma distribuição dos corpos de prova e leituras para cada material testado.

#### 4.5 Teste de envelhecimento

Os espécimes foram imersos em saliva artificial (Figura 12 A), segundo a formulação proposta por Gohring et al., 2004 (Carbonato de Hidrogênio 22.1 mmol/l, Potássio 16.1 mmol/l, Sódio 14.5 mmol/l, Fosfato de Hidrogênio 2.6 mmol/l, Ácido Bórico 0.8 mmol/l, Cálcio 0.7 mmol/l, Tiocianato 0.4 mmol/l, Magnésio 0.2 mmol/l e o ph entre 7.4-7.8) e submetidos ao envelhecimento artificial por luz, utilizando o equipamento Suntest CPS+ (Atlas Material Testing Technology GmbH, Linsengericht, Hesse, Germany) (Figura 12 B), seguindo as normas ISO 7491. Os parâmetros adotados foram: Temperatura do Black Panel a  $37 \pm 5$  °C, irradiação a  $765 \text{ W/m}^2$ , temperatura da saliva a  $37 \pm 1$  °C, sendo em ciclos que intercalavam 2 horas de luz e 1 hora de escuro, para simular exposição de 160 Klux correspondente à intensa luz natural, por um período de 300 horas (12,5 dias) correspondente a um ano de uso clínico, estando estes em recipientes individuais e devidamente identificados. A solução de saliva foi renovada diariamente. Após o envelhecimento, as amostras foram enxaguadas e armazenadas em água deionizada até o momento da leitura.

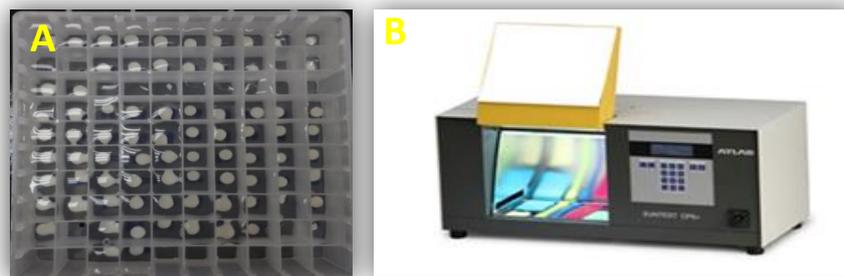


Figura 12 – A) Espécimes imersos em saliva artificial durante processo de envelhecimento; B) Equipamento para envelhecimento com luz de xenônio e umidade – Suntest CPS+.

## 4.6 Avaliações

### 4.6.1 Determinação e avaliação da cor e translucidez

A leitura da cor e da translucidez foi realizada utilizando-se o espectrofotômetro CM-2600D (Konica Minolta, Chiyoda, TKY, Japão) (Figura 14 A e B) que possui uma esfera de integração. Foi selecionada a área de leitura/ iluminação “SAV” – Small Area View, na qual a área de iluminação é de 6 mm e a de leitura de 3 mm.

A determinação da cor seguiu o modelo CIE (Commission Internationale de l’Eclairage)  $L^* a^* b^*$ , por meio do software Spectra Magic NX (Konica Minolta, Chiyoda, TKY, Japão), com o iluminante D65 utilizado como padrão, com inclusão do ultra-violeta em 100%, ângulo do observador em  $2^\circ$  e a reflexão especular incluída (SCI).

Antes da leitura o aparelho foi calibrado com os padrões branco e preto fornecidos pelo fabricante juntamente com o aparelho. Para permitir a reprodutibilidade do posicionamento do espécime em relação à janela de leitura do aparelho, foi confeccionada uma adaptação em alumínio que se encaixava aos engates na base do espectrofotômetro. Na área de leitura foi confeccionado um dispositivo que permite o posicionamento do fundo branco ou do fundo preto de leitura (Figura 15 A, B e C). Fundos preto e branco de coloração padrão foram empregados (Ceram, Stoke-on-Trent, Staffordshire, UK) (Figura 15 D e E). Sobreposto a estes fundos estava um dispositivo posicionador em silicone branco (Abcol, Contagem, MG, Brasil) com um orifício central que permite o posicionamento exato de espécimes de 6 mm de diâmetro e 3 mm ou 2.5 mm de espessura, de forma que a superfície dos espécimes ficava plana a superfície do silicone.

Foi utilizado um contato óptico entre o espécime e o fundo empregando polietilenoglicol 400 (LabSynth, São Paulo, SP, Brasil) com índice de refração de 1,47, próximo ao tecido dental (Caneppele et al, 2013). Uma gota desse líquido foi aplicada no orifício de silicone, sobre o

fundo branco e preto, antes do posicionamento de cada amostra (Figura 15 F).

Os espécimes foram removidos da água ultrapura e secos com papel absorvente e levados ao espectrofotômetro. O aparelho foi ajustado para fazer três leituras consecutivas, a alteração de cor ( $\Delta E$ ) foi determinada pela variação dos valores de  $L^*$  ( $\Delta L^*$ ),  $a^*$  ( $\Delta a^*$ ) e  $b^*$  ( $\Delta b^*$ ).

Para a avaliação da translucidez, as mesmas amostras foram lidas novamente, da forma descrita para a avaliação da cor, alterando-se apenas o fundo sobre as quais as mesmas foram posicionadas, tendo sido utilizado um fundo preto padronizado (Ceram, Stoke-on-Trent, Staffordshire, UK). A seguir foi calculado o parâmetro de translucidez (PT), que é a diferença de cor entre a leitura sobre o fundo branco e o fundo preto. Esta diferença é calculada pela fórmula (1), mostrada a seguir.

$$PT = [(L_p^* - L_b^*)^2 + (a_p^* - a_b^*)^2 + (b_p^* - b_b^*)^2]^{1/2} \quad (1)$$

As letras subscritas “p” referem-se às coordenadas de cor sobre o fundo preto e as letras subscritas “b” referem-se àquelas sobre o fundo branco.

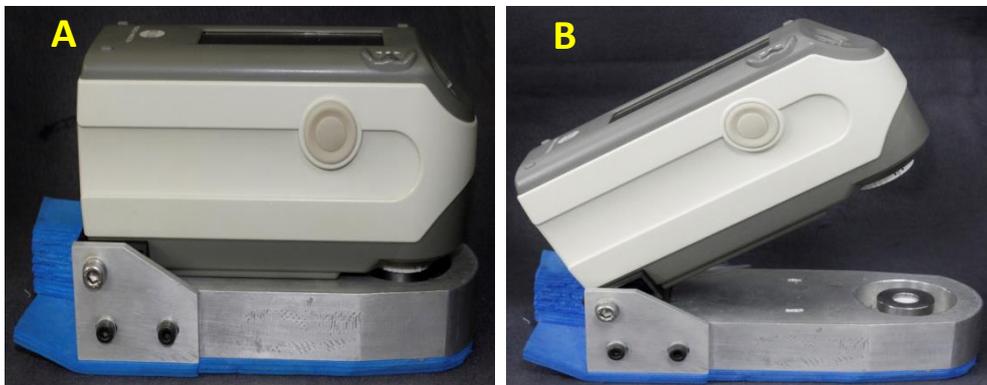


Figura 13 – A e B) Espectrofotômetro CM-2600D para leitura da cor e da translucidez.

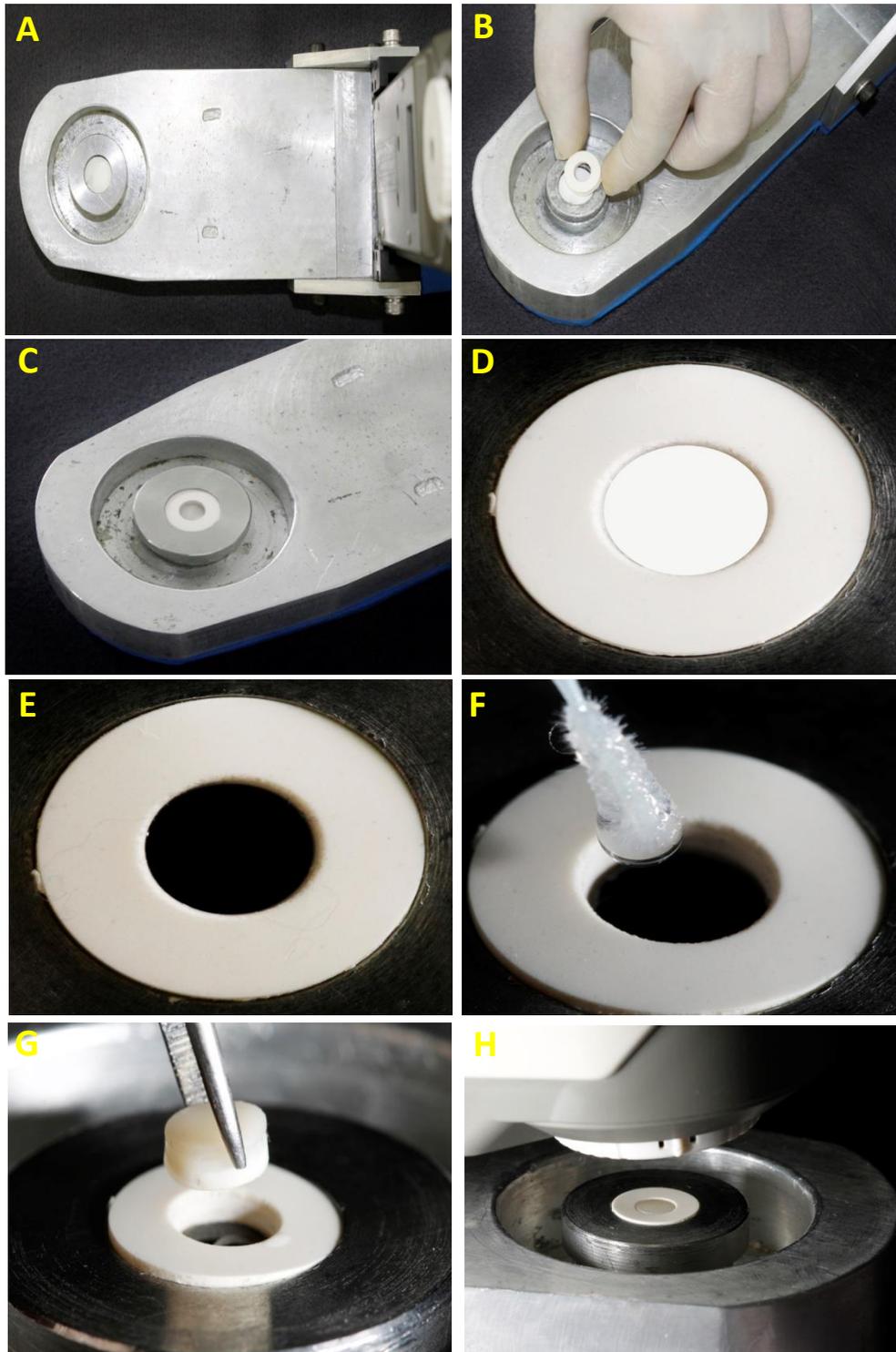


Figura 14 – A) Base em alumínio; B) Dispositivo de silicone sendo posicionado; C) Anel de alumínio rosqueado; D) Fundo branco padrão posicionado; E) Fundo preto padrão posicionado; F) Aplicação do contato óptico dentro do orifício; G) Posicionamento da amostra; H) Amostra em posição.

#### 4.6.2 Avaliação do brilho superficial

A leitura do brilho foi realizada utilizando-se o aparelho Novo-Curve (Rhopoint TM, East Sussex, England) (Figura 13 A) com uma área quadrada de 2 mm X 2 mm e 60 ° de geometria (incidência da luz) e expressa em Unidades de Brilho (UB). Antes da leitura o aparelho foi calibrado com os padrões preto opaco total e preto reflexão total, fornecidos pelo fabricante juntamente com o aparelho, sendo posicionado cada lado voltado para a área de leitura do aparelho. Um posicionador plástico composto de material preto opaco foi utilizado para padronização do posicionamento da amostra e ainda como bloqueador de luz para eliminar possíveis interferências da luz ambiente presente (Figura 13 B). As amostras eram colocadas no centro deste posicionador (Figura 13 C) e três medições aleatórias realizadas para cada corpo de prova durante cada etapa de avaliação e a média destas três medições foram utilizadas para a análise estatística.

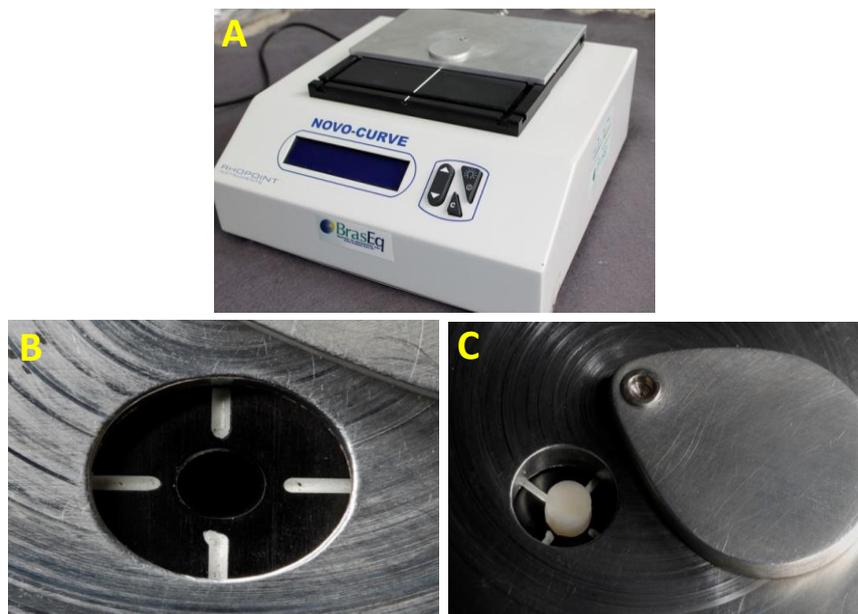


Figura 15 – A) Aparelho para leitura de brilho Novo-Curve; B) Posicionador para amostras; C) Amostras posicionadas para leitura.

## 4.7 Análise estatística

Segundo a proposta deste estudo, as hipóteses de nulidade avaliadas foram:

- a) o envelhecimento artificial não apresenta influência sobre os parâmetros avaliados: cor, translucidez e brilho;
- b) o material restaurador, o agente de cimentação e a espessura do material não apresentam efeito significativo sobre as propriedades ópticas de laminados.

### 4.7.1 Tamanho da amostra

Foi considerada uma amostra de dez espécimes para cada subgrupo. Para se chegar a essa amostra foi considerada a diferença de um ponto entre os grupos para a variação de cor ( $\Delta E$ ); *Power* (poder) acima de 87 % para o efeito interação entre três fatores; Alfa=0,05 e um desvio padrão esperado de 0,05, como descritos em estudo anterior (Archegas et., 2011). Assim se considera que uma amostra de dez espécimes por grupo é a necessária para atingir esse fim, usando o modelo análise de variância (ANOVA três fatores) de acordo com o cálculo proposto por Lenth, (2001).

### 4.7.2 Análises dos dados

Para cada grupo foram feitas três leituras: L1 (inicial), L2 (pós-cimentação) e L3 (pós-envelhecimento). A análise dos dados em relação à alteração de cor foi efetuada em duas etapas: 1ª) a análise de

variância três fatores (ANOVA) foi aplicada, considerando o material, espessura e o agente de cimentação utilizado como fatores de estudo; 2ª) as comparações múltiplas foram analisadas pelo teste post-hoc de Tukey. A análise dos dados em relação à translucidez e brilho foi efetuada em duas etapas: 1ª) a análise de variância três fatores de medidas repetidas (RM ANOVA) foi aplicada, considerando o material, espessura e o agente de cimentação utilizado como fatores de estudo; o fator de repetição foi obtido pela comparação dos dados nas condições pós-cimentação e pós-envelhecimento; 2ª) as comparações múltiplas foram analisadas pelo teste post-hoc de Tukey. Para todos os testes o nível de significância de 5 % foi utilizado.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Cor

Os dados obtidos por meio da leitura da cor dos espécimes antes e após o envelhecimento foram submetidos à Análise de variância (ANOVA) para cada fator. A comparação entre os fatores para a avaliação das diferenças estatísticas foi realizada pelo Teste post-hoc de Tukey. Todos os testes empregados admitiram como nível de significância estatística 5%.

As médias e o desvio-padrão das diferenças de cor  $\Delta E$  para os fatores estudados estão na Tabela 1.

Tabela 1- Valores de média e de desvio-padrão das diferenças de cor ( $\Delta E$ ) para cada condição estudada

FATOR		MÉDIA $\Delta E$	DESVIO- PADRÃO
CERÂMICA FELDSPÁTICA 1,0mm	Cimento fotoativado	2,77	1,58
	Resina <i>Flow</i>	3,08	1,00
CERÂMICA FELDSPÁTICA 0,5mm	Cimento fotoativado	4,28	1,22
	Resina <i>Flow</i>	4,07	0,77
RESINA NANO CERÂMICA 1,0mm	Cimento fotoativado	5,96	1,84
	Resina <i>Flow</i>	6,14	0,44
RESINA NANO CERÂMICA 0,5mm	Cimento fotoativado	6,10	0,97
	Resina <i>Flow</i>	5,19	1,07

A Tabela 2 apresenta os valores de média e desvio-padrão dos valores de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ .

Tabela 2 - Valores de média e de desvio-padrão de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  para todas as condições experimentais

FATOR		$\Delta$	MÉDIA	DESVIO-PADRÃO	
CERÂMICA FELDSPÁTICA	1,0mm	Cimento fotoativado	L	2,31	1,69
			a	-0,66	0,39
			b	-0,81	0,91
	Resina <i>Flow</i>	L	2,98	1,00	
		a	-0,60	0,19	
		b	0,12	0,50	
CERÂMICA FELDSPÁTICA	0,5mm	Cimento fotoativado	L	3,95	0,96
			a	-0,59	0,53
			b	-0,91	1,45
	Resina <i>Flow</i>	L	3,53	0,98	
		a	-1,01	0,49	
		b	0,79	1,44	
RESINA NANO CERÂMICA	1,0mm	Cimento fotoativado	L	2,17	1,94
			a	-1,39	0,31
			b	5,11	1,59
	Resina <i>Flow</i>	L	0,71	1,07	
		a	-1,52	0,14	
		b	5,81	0,44	
RESINA NANO CERÂMICA	0,5mm	Cimento fotoativado	L	2,40	1,66
			a	-1,54	0,58
			b	5,00	1,52
	Resina <i>Flow</i>	L	1,35	1,39	
		a	-1,73	0,49	
		b	4,19	1,99	

Foi aplicado o Teste de Tukey e as tabelas 3 e 4 apresentam os resultados da média de alteração dos valores do  $\Delta b$  para o material e agente de cimentação testado.

Tabela 3 – Resultado do Teste de Tukey com média das alterações dos valores do  $\Delta b$  para o material testado

$\Delta b$		
Material	Média	Conjuntos Homogêneos*
Cerâmica feldspática	-0,20	A
RNC LAVA	5,03	B

\* Conjuntos com a mesma letra não apresentam diferenças significativas.

Com relação ao parâmetro  $\Delta b$ , o material demonstrou influência significativa, tabela 3, sendo que a RNC LAVA demonstrou uma maior alteração no sentido do eixo amarelo.

Tabela 4 – Resultado do Teste de Tukey com média das alterações dos valores do  $\Delta b$  em relação aos agentes de cimentação testados

$\Delta b$		
Agente de cimentação	Média	Conjuntos Homogêneos*
Cimento fotoativado	2,09	A
Resina <i>Flow</i>	2,73	B

\* Conjuntos com a mesma letra não apresentam diferenças significativas.

Com a tabela 4 podemos observar um maior deslocamento em direção ao eixo amarelo e assim uma maior tendência ao amarelamento pela resina *Flow*.

A tabela 5 apresenta os resultados da ANOVA para cada parâmetro utilizando os valores de  $\Delta E$ .

Tabela 5 - Resultado ANOVA 3 fatores

Fator	$\Delta E$	
	F	P
Material	74,42	0,0000*
Cimento	0,34	0,5579
Espessura	2,50	0,1177
Material·Cimento	0,62	0,4316
Material·Espessura	9,58	0,0027*
Cimento·Espessura	2,30	0,1330
Material·Cimento·Espessura	0,28	0,5928

\* -  $p < 0,05$  - Diferenças Estatísticas

Podem-se observar pela tabela 5 diferenças estatísticas significantes em relação ao fator material e a interação material·espessura, com relação à análise do  $\Delta E$ .

Foi aplicado então o Teste de Tukey em cada fator. As Tabelas 6 e 7 apresentam os resultados do Teste de Tukey.

Tabela 6 – Resultado do Teste de Tukey para o fator material

Material	Média	$\Delta E$
		Conjuntos Homogêneos*
Cerâmica feldspática	3,55	A
RNC LAVA	5,84	B

\* Conjuntos com a mesma letra não apresentam diferenças significativas.

O fator material apresentou influência ( $p=0,00$ ) na alteração de cor, sendo a RNC LAVA o material com maior alteração ( $\Delta E=5,84$ ).

Tabela 7 – Resultado do Teste de Tukey para a interação material-espessura

		$\Delta E$	
Material	Espessura	Média	Conjuntos Homogêneos*
Cerâmica feldspática	1,0 mm	2,93	A
Cerâmica feldspática	0,5 mm	4,17	B
RNC LAVA	0,5 mm	5,64	C
RNC LAVA	1,0 mm	6,05	C

\* Conjuntos com a mesma letra não apresentam diferenças significativas.

A interação dos fatores material-espessura apresentou diferença estatisticamente significativa ( $p=0,00$ ), sendo que a cerâmica feldspática com 1,0 mm demonstrou um menor valor ( $\Delta E=2,93$ ) do que com 0,5 mm ( $\Delta E=4,17$ ).

## 5.2 Translucidez

Para análise dos resultados da translucidez foi aplicado o teste estatístico Análise de Variância de Medidas Repetidas (ANOVA RM) comparando o valor da translucidez final (após envelhecimento) com o inicial (após cimentação).

A comparação entre os fatores para a avaliação das diferenças estatísticas foi realizada pelo Teste post-hoc de Tukey.

As médias e os desvios-padrão das diferenças dos valores do parâmetro de translucidez para os fatores estudados estão na tabela 8.

Tabela 8 - Valores de média e de desvio-padrão das diferenças de translucidez para cada condição estudada antes e após envelhecimento

FATOR		Antes		Após	
		Envelhecimento		Envelhecimento	
		MÉDIA	DESVIO-PADRÃO	MÉDIA	DESVIO-PADRÃO
		PT		PT	
CERÂMICA FELDSPÁTICA	Cimento fotoativado	8,29	2,09	6,79	2,05
	1,0 mm	Resina <i>Flow</i>	6,48	1,22	7,19
CERÂMICA FELDSPÁTICA	Cimento fotoativado	7,01	2,41	7,93	1,72
	0,5 mm	Resina <i>Flow</i>	8,23	1,10	8,99
RESINA NANO CERÂMICA	Cimento fotoativado	9,19	2,24	9,44	2,76
	1,0 mm	Resina <i>Flow</i>	7,72	1,52	7,33
RESINA NANO CERÂMICA	Cimento fotoativado	9,82	1,81	8,18	2,43
	0,5 mm	Resina <i>Flow</i>	11,71	1,55	8,80

A tabela 9 apresenta os resultados da ANOVA RM para variação da translucidez (PT) em cada fator estudado.

Tabela 9 - Resultado ANOVA RM 3 fatores

Fator	PT	
	F	P
Material	13,69	0,0004*
Cimento	0,00	0,9526
Espessura	7,34	0,0084*
Material*Cimento	0,41	0,5237
Material*Espessura	0,21	0,6430
Cimento*Espessura	10,25	0,0020*
Material*Cimento*Espessura	0,61	0,4357
Tempo	6,28	0,0144*
Tempo*Material	13,68	0,0004*
Tempo*Cimento	0,00	0,9351
Tempo*Espessura	1,70	0,1952
Tempo*Material*Cimento	6,77	0,0111*
Tempo*Material*Espessura	20,58	0,0000*
Tempo*Cimento*Espessura	3,90	0,0520
Tempo*Material*Cimento*Espessura	1,30	0,2569

\* -  $p < 0,05$  - Diferenças Estatísticas

A tabela 9 demonstra que o fator material ( $p=0,00$ ) e espessura ( $p=0,00$ ) apresentaram diferença significativa, ou seja, demonstram ter influência na translucidez final do espécime. A ANOVA RM mostrou que o tempo ( $p=0,01$ ) foi significativo, assim como a interação dos fatores tempo\*material ( $p=0,00$ ), tempo\*material\*cimento ( $p=0,01$ ) e tempo\*material\*espessura ( $p=0,00$ ).

Foi aplicado o Teste de Tukey em cada fator e interação. As tabelas 10 a 16 apresentam os resultados do Teste de Tukey.

Tabela 10 – Média e resultado do Teste de Tukey para o fator material

PT		
Material	Média	Conjuntos Homogêneos*
Cerâmica feldspática	7,61	A
RNC LAVA	9,02	B

\* Conjuntos com a mesma letra não apresentam diferenças significativas.

O teste de Tukey demonstrou na tabela 10 que a RNC LAVA apresentou maior translucidez ( $p=9,02$ ) que a cerâmica feldspática ( $p=7,61$ ).

Tabela 11 – Média e resultado do Teste de Tukey para o fator espessura

PT		
Espessura	Média	Conjuntos Homogêneos*
1,0 mm	7,80	A
0,5 mm	8,83	B

\* Conjuntos com a mesma letra não apresentam diferenças significativas.

Os resultados da tabela 11 demonstram que a espessura de 1,0 mm possui menor translucidez ( $p=7,80$ ) que a espessura de 0,5 mm ( $p=8,83$ ).

Tabela 12 – Média e resultado do Teste de Tukey para a interação cimento\*espessura

Cimento	Espessura	PT	
		Média	Conjuntos Homogêneos*
Resina <i>Flow</i>	1,0 mm	7,18	A
Cimento Foto	0,5 mm	8,23	A B
Cimento Foto	1,0 mm	8,42	A B
Resina <i>Flow</i>	0,5 mm	9,43	B

\* Conjuntos com a mesma letra não apresentam diferenças significativas.

Pela tabela 12 observa-se que após a cimentação com a resina *Flow*, o conjunto apresentou diferença de translucidez de acordo com a espessura.

Tabela 13 – Média e resultado do Teste de Tukey para PT para o fator tempo

Tempo	PT	
	Média	Conjuntos Homogêneos*
Translucidez Após	8,08	A
Translucidez Antes	8,55	B

\* Conjuntos com a mesma letra não apresentam diferenças significativas.

A Tabela 13 demonstrou que o PT após o tempo de envelhecimento ( $p=8,08$ ) foi menor que antes ( $p=8,55$ ) e essa mudança foi estatisticamente significativa ( $p=0,01$ ) de acordo com a tabela 9.

Tabela 14 – Média e resultado do Teste de Tukey para a interação material\*tempo

Material	Tempo	PT	
		Média	Conjuntos Homogêneos*
Cerâmica feldspática	Translucidez Antes	7,50	A
Cerâmica feldspática	Translucidez Após	7,72	A
RNC LAVA	Translucidez Após	8,44	A
RNC LAVA	Translucidez Antes	9,61	B

\* Conjuntos com a mesma letra não apresentam diferenças significativas.

Avaliando a interação do tempo com o material os resultados da tabela 14 demonstram que não houve alteração na cerâmica feldspática com o envelhecimento.

Tabela 15 – Média e resultado do Teste de Tukey para a interação material\*cimento\*tempo

Material	Cimento	Tempo	PT			
			Média	Conjuntos Homogêneos*		
Cerâmica feldspática	Resina <i>Flow</i>	Translucidez Antes	7,35	A		
Cerâmica feldspática	Cimento Foto	Translucidez Após	7,36	A		
Cerâmica feldspática	Cimento Foto	Translucidez Antes	7,64	A		
RNC LAVA	Resina <i>Flow</i>	Translucidez Após	8,06	A	B	
Cerâmica feldspática	Resina <i>Flow</i>	Translucidez Após	8,09	A	B	C
RNC LAVA	Cimento Foto	Translucidez Após	8,81	A	B	C
RNC LAVA	Cimento Foto	Translucidez Antes	9,50		B	C
RNC LAVA	Resina <i>Flow</i>	Translucidez Antes	9,71			C

\* Conjuntos com a mesma letra não apresentam diferenças significativas.

Analisando a interação dos três fatores material\*cimento\*tempo na tabela 15, os resultados demonstram que a RNC LAVA com o cimento, antes e após o tempo de envelhecimento não houve alteração de PT, e a cerâmica feldspática com qualquer um dos dois agentes de cimentação não houve alteração de PT com o tempo do envelhecimento.

Tabela 16 – Média e resultado do Teste de Tukey para a interação material\*espessura\*tempo

Material	Espessura	Tempo	PT	
			Média	Conjuntos Homogêneos*
Cerâmica feldspática	1,0 mm	Translucidez Após	6,99	A
Cerâmica feldspática	1,0 mm	Translucidez Antes	7,38	A
Cerâmica feldspática	0,5 mm	Translucidez Antes	7,62	A
RNC LAVA	1,0 mm	Translucidez Após	8,38	A
RNC LAVA	1,0 mm	Translucidez Antes	8,45	A
Cerâmica feldspática	0,5 mm	Translucidez Após	8,46	A
RNC LAVA	0,5 mm	Translucidez Após	8,49	A
RNC LAVA	0,5 mm	Translucidez Antes	10,77	B

\* Conjuntos com a mesma letra não apresentam diferenças significativas.

Com os resultados da tabela 16 podemos observar a interação dos três fatores material\*espessura\*tempo, onde a RNC LAVA com 0,5 mm apresentou a maior média de translucidez antes e após o tempo de envelhecimento que todas as outras variações estudadas e a cerâmica feldspática com 1,0 mm apresentou os menores valores da média de translucidez antes e após o envelhecimento.

### 5.3 Brilho

Para análise dos resultados do brilho foi aplicado o Análise de Variância de Medidas Repetidas (ANOVA RM) comparando o valor do brilho final (após envelhecimento) com o inicial (após cimentação). A comparação entre os fatores para a avaliação das diferenças estatísticas foi realizada pelo Teste post-hoc de Tukey.

As médias e os desvios-padrão da diferença de brilho para os fatores estudados estão na tabela 17.

Tabela 17 - Valores de média e de desvio-padrão da diferença de brilho para cada condição estudada

FATOR		Antes		Após	
		MÉDIA BRILHO	DESVIO- PADRÃO	MÉDIA BRILHO	DESVIO- PADRÃO
CERÂMICA FELDSPÁTICA 1,0 mm	Cimento fotoativado	1,67	0,29	1,00	0,41
	Resina <i>Flow</i>	1,87	0,27	1,87	0,27
CERÂMICA FELDSPÁTICA 0,5 mm	Cimento fotoativado	2,08	0,45	2,54	0,56
	Resina <i>Flow</i>	2,18	0,63	2,18	0,63
RESINA NANO CERÂMICA 1,0 mm	Cimento fotoativado	6,88	2,46	6,91	1,41
	Resina <i>Flow</i>	6,28	2,43	6,99	2,51
RESINA NANO CERÂMICA 0,5 mm	Cimento fotoativado	6,17	1,59	8,53	2,52
	Resina <i>Flow</i>	5,33	1,82	5,45	1,66

A tabela 18 apresenta os resultados da ANOVA RM para variação do brilho em cada fator estudado.

Tabela 18 - Resultado ANOVA RM 3 fatores

Fator	Brilho	
	F	P
Material	268,79	0,0000*
Cimento	4,02	0,0440*
Espessura	0,00	0,9592
Material*Cimento	3,87	0,0528
Material*Espessura	2,16	0,1456
Cimento*Espessura	2,98	0,0884
Material*Cimento*Espessura	1,82	0,1811
Tempo	6,10	0,0158*
Tempo*Material	2,53	0,1159
Tempo*Cimento	2,03	0,1579
Tempo*Espessura	1,57	0,2137
Tempo*Material*Cimento	0,29	0,5859
Tempo*Material*Espessura	0,91	0,3425
Tempo*Cimento*Espessura	3,94	0,0507
Tempo*Material*Cimento*Espessura	2,84	0,0957

\* -  $p < 0,05$  - Diferenças Estatísticas

Podemos observar na tabela 18 que o tipo de material ( $p=0,00$ ), cimento ( $p=0,04$ ) e tempo ( $p=0,01$ ) foram fatores que influenciaram no brilho e não houve interação dos fatores nos resultados do brilho.

Foi aplicado o Teste de Tukey para cada fator. As tabelas 19 a 21 apresentam os resultados do Teste de Tukey.

Tabela 19 – Média e resultado do Teste de Tukey para o fator material

Brilho		
Material	Média	Conjuntos Homogêneos*
Cerâmica feldspática	2,03	A
RNC LAVA	6,57	B

\* Conjuntos com a mesma letra não apresentam diferenças significativas.

Pode-se observar com a tabela 19 que a RNC LAVA demonstrou maiores valores de brilho do que a cerâmica feldspática.

Tabela 20 – Média e resultado do Teste de Tukey para o fator cimento

Brilho		
Cimento	Média	Conjuntos Homogêneos*
Resina <i>Flow</i>	4,02	A
Cimento Foto	4,58	B

\* Conjuntos com a mesma letra não apresentam diferenças significativas.

Analisando a tabela 20 podemos observar que após a cimentação com o cimento foto os espécimes apresentaram mais brilho que com a resina *Flow*.

Tabela 21 – Média e resultado do Teste de Tukey do brilho para o fator tempo

Brilho		
Tempo	Média	Conjuntos Homogêneos*
Brilho Inicial	4,06	A
Brilho Final	4,55	B

\* Conjuntos com a mesma letra não apresentam diferenças significativas.

Conclui-se observando a tabela 21 que o brilho final ( $p=4,55$ ) (após tempo de envelhecimento) foi maior que o inicial ( $p=4,06$ ) (antes do tempo de envelhecimento).

## 6 DISCUSSÃO

O perfil atual da Odontologia envolve procedimentos que sejam estéticos e preconizem técnicas conservadoras. Baseados nisso, os laminados odontológicos se tornaram uma solução restauradora segura e eficaz que recupera a harmonia do sorriso, equilibrando as necessidades funcionais e estéticas para a dentição anterior.

Algumas considerações para o sucesso da técnica devem ser pensadas durante o planejamento, uma delas é a escolha do agente de cimentação. A literatura relata os cimentos fotoativados como a melhor alternativa devido às características de estabilidade de cor ao longo do tempo, mas recentemente as resinas *Flow* começaram a ser empregadas (Behle, 1998; Vichi et al., 2004).

O material restaurador também possui importância e o mais utilizado atualmente com essa indicação são as cerâmicas feldspáticas, entretanto, um novo material a base de resina denominada resina nano cerâmica vêm sendo utilizado.

Os dentes bovinos são conhecidos por apresentarem microestrutura com propriedades físicas e químicas similares ao dente humano, além de possuir uma maior facilidade de obtenção e padronização sendo assim uma alternativa viável e ética para estudos *in vitro*. Neste estudo usamos dentes bovinos, pois nos relatos da literatura de estudos similares não havia referência de uma análise da interface de cimentação e sim a avaliação de toda uma superfície submetida ao envelhecimento (Hekimoğlu et al., 2000; Ghavam et al., 2010; Archegas et al., 2011). Obtivemos lâminas com espessuras padronizadas de esmalte e dentina, de forma a promover a cimentação em uma condição experimental o mais próxima possível de uma condição *in vivo*.

Os espécimes ficaram, durante todo o estudo, imersos em saliva artificial com o objetivo de promover essa condição experimental similar às situações clínicas. Há relatos na literatura demonstrando que com o protocolo de envelhecimento intercalando períodos de luz e escuro com períodos de umidade. Seguindo o raciocínio de desenvolvimento de uma similaridade com as condições na cavidade bucal, as amostras ficaram imersas em saliva artificial durante todo o protocolo de envelhecimento e assim sob umidade constante.

De acordo com as normas ISO 7491 um período de imersão em saliva artificial e envelhecimento induzido de 300 horas correspondem a um ano de uso clínico. Estudo que utilizou o envelhecimento acelerado combinando a exposição à luz UV com ciclos de umidade para simular o ambiente oral, demonstrou que a maior mudança de cor ocorreu durante o primeiro ciclo de  $150 \text{ kJ/m}^2$  (Lu, Powers, 2004).

As hipóteses de nulidade rejeitadas neste estudo foram de que o material, o agente de cimentação e a espessura não apresentam efeito significativo sobre a cor, translucidez e o brilho de materiais restauradores indiretos e que as diferentes espessuras desses materiais não afetam o resultado final. Outra hipótese rejeitada foi a de que o envelhecimento acelerado não influenciaria nos parâmetros avaliados.

## **6.1 Cor**

Os resultados deste estudo demonstraram que o material teve influência significativa na alteração de cor ( $p=0,00$ ), sendo que a RNC apresentou a maior alteração.

Esses resultados estão de acordo com outros estudos em que a cerâmica feldspática também demonstrou ser um material mais estável (Heydecke et al, 2001; Ayaz et al, 2014) e a RNC possuir mais

instabilidade para manter as propriedades de cor (Arocha et al, 2014). A possível explicação para este resultado está no fato de que por ser um material a base de resina poderia sofrer uma maior desidratação, absorção de água e degradação química em decorrência da presença dos polímeros, monômeros e partículas de carga que são mais susceptíveis a degradação do que materiais cerâmicos puros. Resultado semelhante a estudo anterior, onde blocos de resinas modificadas fabricadas para uso em CAD/CAM demonstraram maior instabilidade e isto pode ser devido a insuficiente polimerização, mas infelizmente os detalhes do processo de fabricação das RNC não estavam disponíveis pelo fabricante (Stawarczyk et al., 2012; Arocha et al., 2014). Entretanto, a alteração de cor dos dois materiais evoluiu para uma extensão clinicamente inaceitável. Os resultados de Atay et., (2008) confirmam nosso estudo, pois os valores do  $\Delta E$  da cerâmica feldspática após o envelhecimento também foram clinicamente inaceitáveis, tabela 3.

A interação dos fatores material-espessura demonstrou que a cerâmica feldspática com 1,0 mm apresentou uma variação menor quando comparada a 0,5 mm. Dozic et al., (2003) em estudo avaliando um conjunto com combinações de diferentes camadas de cerâmica opaca e translúcida encontraram que alternando a espessura da camada opaca, maior era o valor de  $b^*$ , uma camada de 1,0 mm possuía maior opacidade e, portanto uma menor variação de cor. Alqahtani et al., (2012) também demonstraram haver interação entre esses fatores; os valores do  $\Delta E$  diminuíram quando a espessura da cerâmica aumentou de 0,5 mm para 0,7 mm.

Os resultados indicaram ainda que para o  $\Delta b$ , que é a escala de medição da variação de cor do azul para o amarelo, o material com maior alteração no sentido do amarelamento foi a RNC ( $\Delta b=5,03$ ). Essa alteração foi visível ao olho humano e, portanto determinada neste estudo como clinicamente não aceitável ( $\Delta E < 3,3$ ). Esses resultados também foram observados por Bagis e Turgut, (2013) que encontraram

diferenças significativas nos valores de  $b^*$  e concluíram que com o envelhecimento as cerâmicas se tornaram mais escuras, opacas e amareladas.

Podemos observar ainda que, os agentes de cimentação não apresentaram diferenças significativas no resultado final da cor. Esse resultado foi semelhante a estudos anteriores nos quais o cimento fotoativado e a resina *Flow* apresentou estabilidade de cor similar (Arhegas et al., 2011; Almeida et al., 2015). Entretanto, a resina *Flow* apresentou um maior valor de  $b^*$  quando comparada ao cimento fotoativado. Essa alteração encontrada na resina *Flow* pode estar relacionada à presença de TEG-DMA em sua formulação, que é um monômero mais hidrofílico, devido as suas ligações éter, ou seja, com maior afinidade pela água, permitindo uma maior absorção de pigmentos externos (Vichi et al., 2004). A estabilidade do cimento fotoativado é devido à ausência de amina aromática como um catalisador, encontrada em outros tipos de cimentos e apontada como influenciadora no processo de alteração de cor do material ao longo do tempo. Os cimentos fotoativados possuem apenas aminas alifáticas em sua composição (Peumans et al., 2000; Kilinc et al., 2011).

## 6.2 Translucidez

O PT é definido como a diferença de cor ( $\Delta E$ ) entre um material de espessura uniforme sobre um fundo branco e um fundo preto (Barizon et al., 2013). Os resultados do estudo para a translucidez demonstraram que o material e a espessura foram significativos. A RNC LAVA apresentou os maiores valores de translucidez, assim como a espessura de 0,5mm.

Os materiais avaliados podem ter sido produzidos por

processos distintos e as diferenças no processo de sinterização e usinagem, a temperatura, a pressão e os teores cristalinos, podem ter influenciado na textura dos materiais e na interface entre as camadas da porcelana e com isso mudar a direção da luz incidente e alterar a translucidez do material. O resultado encontrado para os dois materiais testados pode ser explicada pelo tamanho dos poros, das partículas e a estrutura química no interior dos materiais (Bagis, Turgut, 2013). Outra possibilidade está na diminuição da fase cristalina de um material cerâmico resultando no aumento da sua translucidez. Apesar de não termos maiores informações sobre a obtenção de blocos de RNC, supõe-se que por ser um material a base de resina, exista a diminuição dessa fase quando comparado à cerâmica feldspática. No entanto, estudo anterior relatou a cerâmica feldspática como sendo um material com maior translucidez quando comparado a RNC (Barizon et al., 2013).

A espessura do material afeta significativamente a relação de contraste e com isso a reflectância. A cor e a translucidez são influenciadas pelo índice de refração, onde os pigmentos, as partículas e a matriz de preenchimento influenciam na difusão e dispersão da luz. Quanto maior a diferença do índice de refração entre os tamanhos das partículas e a matriz cerâmica, maior será a reflexão e a refração da luz, levando a um efeito opaco em materiais cerâmicos (Karaagacloglu, Yilmaz, 2008). Portanto, as diferentes condições de obtenção, a textura e acabamento da superfície, assim como a composição de cada material são possíveis explicações para as diferenças entre os valores de translucidez dos materiais. Resultados anteriores estão de acordo com nosso estudo, onde a menor espessura de um material apresentou uma maior translucidez (Barizon et al., 2013).

A interação agente de cimentação-espessura-tempo foi significativa. Durante a cimentação, a alta translucidez da RNC LAVA permitiu uma ativação ou cura mais eficaz da resina *Flow* com 0,5 mm, que apresentou o maior valor de PT ( $p=9,43$ ), tabela 12.

O tempo do envelhecimento foi um fator considerado significativo neste estudo, pois os valores de translucidez dos materiais diminuíram após o envelhecimento por processo de intemperismo confirmando resultado de estudo anterior (Bagis, Turgut, 2013). No presente estudo também podemos observar que quando analisamos a interação dos fatores: material\*tempo, a RNC apesar de como já relatado ter apresentado os maiores valores de translucidez, também foi o material mais instável para manter essas propriedades quando associado com o envelhecimento. Essa diminuição ou alteração pode ser atribuída à descoloração das cerâmicas após envelhecimento, o envelhecimento UV tornou a RNC mais amarela com aumento do valor de  $b^*$ . O croma dos materiais é dependente dos valores de  $b^*$ , pode-se sugerir então que as amostras teriam maior croma após o processo de envelhecimento e com isso menor translucidez (Bagis, Turgut, 2013).

Outro fator que comprova essa possibilidade está na interação dos fatores: material\*tempo\*cimento ou material\*tempo\*espessura, onde com a RNC também não manteve um padrão estável de translucidez enquanto a cerâmica feldspática não demonstrou alteração em qualquer uma das interações associadas ao envelhecimento UV.

### **6.3 Brilho**

Todas as avaliações do brilho dos materiais foram realizadas em uma superfície que não sofreu nenhum tipo de polimento ou glazeamento. O glazeamento da cerâmica é uma forma de deixar sua superfície com maior lisura e assim maior brilho. A fim de avaliar o brilho do material isolado de forma mais efetiva não realizamos nenhum tratamento na superfície e desta forma, encontramos valores médios

muito baixos para os dois materiais testados explicados por essa aspereza superficial.

Os resultados do brilho no presente estudo demonstraram que o material, o cimento e o tempo foram fatores que influenciaram significativamente.

A RNC apresentou um brilho significativamente maior, Tabela 19, resultado semelhante a estudo anterior, possivelmente isso se deva a extrema dureza das cerâmicas feldspáticas (Sarıkaya, Güler, 2010). Esse resultado é explicado pelas diferentes propriedades físicas das cerâmicas, como dureza, coeficiente de absorção óptico e suas composições. Além disso, a literatura relata que micropartículas de resina composta possuem uma rugosidade mais baixa e, conseqüentemente, um maior brilho, sendo a RNC um material a base de resina pode-se justificar o resultado do presente trabalho (Sarıkaya, Güler, 2010).

O cimento fotoativado apresentou maior valor de brilho quando comparado com a resina *Flow*. Alguns fatores podem ter influenciado como a composição da matriz, o tamanho das partículas de carga, a quantidade de fotoiniciador, o grau de polimerização, as alterações da temperatura, exposição à luz UV e a saliva, podem ter gerado maior degradação de compósitos *Flow* (Jain et al., 2013b).

Os resultados demonstraram também que após o envelhecimento o brilho aumentou. Podemos considerar que o envelhecimento UV em conjunto com a saliva de alguma forma contribuiu para uma alteração na superfície dos materiais restauradores. Infelizmente, a literatura carece de estudos sobre a estabilidade do brilho de materiais cerâmicos submetidos a envelhecimento artificial.

## 7 CONCLUSÃO

Baseados na metodologia empregada e de acordo com a análise estatística dos resultados, concluiu-se que:

- a) o envelhecimento artificial apresentou efeito significativo sobre a cor, à translucidez e o brilho, assim também como o material restaurador; o agente de cimentação apresentou efeito significativo somente para o brilho; e a espessura apresentou efeito significativo somente para a translucidez;
- b) a cerâmica feldspática com 1,0 mm demonstrou ser o material com maior estabilidade de cor; assim como o cimento fotoativado;
- c) a RNC com 0,5 mm demonstrou possuir maior translucidez; e a translucidez diminuiu após o envelhecimento;
- d) a RNC demonstrou possuir maior brilho, assim também como o cimento fotoativado; e o brilho aumentou após o envelhecimento.

## 8 REFERÊNCIAS\*

Alhekeir DF, Al-Sarhan RA, Al Mashaan AF. Porcelain laminate veneers: Clinical survey for evaluation of failure. *Saudi Dent J.* 2014 Apr;26(2):63-7.

Almeida JR, Schmitt GU, Kaizer MR, Boscato N, Moraes RR. Resin based luting agents and color stability of bonded ceramic veneers. *J Prosthet Dent.* 2015 Aug;114(2):272-7.

Alqahtani MQ, Aljuraiss RM, Alshaafi MM. The effects of different shades of resin luting cement on the color of ceramic veneers. *Dent Mater J.* 2012;31(3):354-61.

Arhegas LR, Freire A, Vieira S, Caldas DB, Souza EM. Colour stability and opacity of resin cements and *Flowable* composites for ceramic veneer luting after accelerated ageing. *J Dent.* 2011 Nov;39(11):804-10.

Arocha MA, Basilio J, Llopis J, Di Bella E, Roig M, Ardu S, et al. Colour stainability of indirect CAD-CAM processed composites vs. conventionally laboratory processed composites after immersion in staining solutions. *J Dent.* 2014 Jul;42(7):831-8.

Atay A, Oruç S, Ozen J, Sipahi C. Effect of accelerated aging on the color stability of feldspathic ceramic treated with various surface treatments. *Quintessence Int.* 2008 Jul-Aug;39(7):603-9.

Awada A, Nathanson D. Mechanical properties of resin-ceramic CAD/CAM restorative materials. *J Prosthet Dent.* 2015 Oct;114(4):587-93.

---

\* Baseado em: International Committee of Medical Journal Editors Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical journals: Sample References [Internet]. Bethesda: US NLM; c2003 [atualizado 20 ago 2013; acesso em 25 out 2014]. U.S. National Library of Medicine; [about 6 p.]. Disponível em: [http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform\\_requirements.html](http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html)

Awad D, Stawarczyk B, Liebermann A, Ilie N. Translucency of esthetic dental restorative CAD/CAM materials and composite resins with respect to thickness and surface roughness. *J Prosthet Dent.* 2015 Jun;113(6):534-40.

Ayaz EA, Bagis B, Turgut S. Effect of antiasthmatic medication on the surface roughness and color stability of dental restorative materials. *Med Princ Pract.* 2014;23(1):24-8.

Azer SS, Rosenstiel SF, Seghi RR, Johnston WM. Effect of substrate shades on the color of ceramic laminate veneers. *J Prosthet Dent.* 2011 Sep;106(3):179-83.

Bagis B, Turgut S. Optical properties of current ceramics systems for laminate veneers. *J Dent.* 2013 Aug;41 Suppl 3:e24-30.

Barizon KT, Bergeron C, Vargas MA, Qian F, Cobb DS, Gratton DG, et al. Ceramic materials for porcelain veneers. Part I: Correlation between translucency parameters and contrast ratio. *J Prosthet Dent.* 2013 Nov;110(5):397-401.

Barizon KT, Bergeron C, Vargas MA, Qian F, Cobb DS, Gratton DG, et al. Ceramic materials for porcelain veneers: part II. Effect of material, shade, and thickness on translucency. *J Prosthet Dent.* 2014 Oct;112(4):864-70.

Baroudi K, Ibraheem SN. Assessment of Chair-side Computer-Aided Design and Computer-Aided Manufacturing Restorations: A Review of the Literature. *J Int Oral Health.* 2015 Apr;7(4):96-104.

Behle C. *Flowable* composites: properties and applications. *Pract Periodontics Aesthet Dent.* 1998 Apr;10(3):347,350-1.

Bhat V, Prasad DK, Sood S, Bhat A. Role of colors in prosthodontics: application of color science in restorative dentistry. *Indian J Dent Res.* 2011 Nov-Dec;22(6):804-9.

Bottino MA, Faria R, Valandro LF. Facetas laminadas cerâmicas. In: Bottino, M.A. *Percepção: estética em próteses livres de metal em dentes naturais e implantes.* 1ª edição. São Paulo: Artes Médicas; 2009. p. 317-90.

Bowen RL. Properties of a sílica reinforced polymer for dental restorations. *J Am Dent Assoc.* 1963 Jan;66:57-64.

Buonocore MGA. Simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res.* 1955 Dec;34(6):849-53.

Burke FJ. The effect of variations in bonding procedure on fracture resistance of dentin-bonded all-ceramic crowns. *Quintessence Int.* 1995;26(4):293-300.

Calamia JR, Simonsen RJ. Effect of coupling agents on bond strength of etched porcelain. *J Dent Res.* 1984;63:362.

Caneppele TM, Borges AB, Torres CR. Effects of dental bleaching on the color, translucency and fluorescence properties of enamel and dentin. *Eur J Esthet Dent.* 2013 Summer; 8(2):200-12.

Cardoso JA, Almeida PJ, Fischer A, Phaxaxy SL. Clinical decisions for anterior restorations: the concept of restorative volume. *J Esthet Restor Dent.* 2012 Dec;24(6):367-83.

Carvalho RLA, de Faria JCB, de Carvalho RF, Cruz FLG, Goyatá FR . Indicações, adaptação marginal e longevidade clínica de sistemas cerâmicos livres de metal: uma revisão da literatura. *Int J Dent.* 2012 Jan-Mar;11(1):55-65.

Chadwick AC, Kentridge RW. The perception of gloss: a review. *Vision Res.* 2015 Apr;109:221-35.

Conrad HJ, Seong WJ, Pesun IJ. Current ceramic materials and systems with clinical recommendations: a systematic review. *J Prosthet Dent.* 2007 Nov;98(5):389-404.

da Cunha LF, Pedroche LO, Gonzaga CC, Furuse AY. Esthetic, occlusal, and periodontal rehabilitation of anterior teeth with minimum thickness porcelain laminate veneers. *J Prosthet Dent.* 2014 Dec;112(6):1315-8.

D'Arcangelo C, De Angelis F, Vadini M, D'Amario M. Clinical evaluation on porcelain laminate veneers bonded with light-cured composite: results up to 7 years. *Clin Oral Investig.* 2012 Aug;16(4):1071-9.

Darr AH, Jacobsen PH. Conversion of dual cure luting cements. *J Oral Rehabil.* 1995 Jan;22(1):43-7.

Della Bona A, Nogueira AD, Pecho OE. Optical properties of CAD-CAM ceramic systems. *J Dent.* 2014 Sep;42(9):1202-9.

Dozić A, Kleverlaan CJ, Meegdes M, van der Zel J, Feilzer AJ. The influence of porcelain layer thickness on the final shade of ceramic restorations. *J Prosthet Dent.* 2003 Dec;90(6):563-70.

Ertan AA, Sahin E. Colour stability of low fusing porcelains: an in vitro study. *J Oral Rehabil.* 2005 May;32(5):358-61.

Fasbinder DJ, Dennison JB, Heys D, Neiva G. A clinical evaluation of chairside lithium disilicate CAD/CAM crowns: a two-year report. *J Am Dent Assoc.* 2010;141 Suppl 2:10S-4S.

Faunce FR, Myers DR. Laminate veneer restoration of permanente incisors. *J Am Dent Assoc.* 1976 Oct;93(4):790-2.

Fortes HN, Guimarães TC, Belo IM, da Matta EN. Photometric analysis of esthetically pleasant and unpleasant facial profile. *Dental Press J Orthod.* 2014 Mar-Abr;19(2):66-75.

Freire A, Archegas LR. Porcelain laminate veneer on a highly discoloured tooth: a case report. *J Can Dent Assoc.* 2010;76:a126.

Fusayama T, Nakamura M, Kurosaki N, Iwaku M. Non-pressurer of a new adhesive restorative system. *J Dent Res.* 1979 Apr;58(4):1363-70.

Ghavam M, Amani Tehran M, Saffarpour M. Effect of accelerated aging on the color and opacity of resin cements. *Oper Dent.* 2010 Nov-Dec;35(6):605-9.

Gohring TN, Zehnder M, Sener Band Schmidlin PR. In vitro microleakage of adhesive-sealed dentin with lactic acid and saliva exposure: a radioisotope analysis. *J Dent.* 2004 Mar;32(3):235-40.

Gomes EA, Assunção WG, Rocha EP, Santos PH. Ceramic in dentistry: current situation. *Cerâmica.* 2008;54(331):319-25.

Guerra CMF, Neves CAF, Almeida ECB, Valones MAA, Guimarães RP. Estágio atual das cerâmicas odontológicas. *Int J Dent.* 2007 Set;6(3):90-5.

Güth JF, Zuch T, Zwinge S, Engels J, Stimmelmayer M, D Edelhoff. Optical properties of manually and CAD/CAM-fabricated polymers. *Dent Mater J.* 2013;32(6):865-71.

Hasegawa A, Ikeda I, Kawaguchi S. Color and translucency of in vivo natural central incisors. *J Prosthet Dent.* 2000 Apr;83(4):418-23.

Hekimoğlu C, Anil N, Etikan I. Effect of accelerated aging on the color stability of cemented laminate veneers. *Int J Prosthodont*. 2000 Jan-Feb;13(1):29-33.

Heydecke G, Zhang F, Razzoog ME. In vitro color stability of double-layer veneers after accelerated aging. *J Prosthet Dent*. 2001 Jun;85(6):551-7.

Horn HR. Porcelain laminate veneers bonded to etched enamel. *Dent Clin North Am*. 1983 Oct;27(4):671-84.

Ilie N, Hickel R. Resin composite restorative materials. *Aust Dent J*. 2011 Jun;56 Suppl1:59-66.

Jain C, Bhargava A, Gupta S, Rath R, Nagpal A, Kumar P. Spectrophotometric evaluation of the color changes of different feldspathic porcelains after exposure to commonly consumed beverages. *Eur J Dent*. 2013a Apr;7(2):172-80.

Jain V, Platt JA, Moore K, Spohr AM, Borges GA. Color stability, gloss, and surface roughness of indirect composite resins. *J Oral Sci*. 2013b Mar;55(1):9-15.

Javaheri D. Considerations for planning esthetic treatment with veneers involving no or minimal preparation. *J Am Dent Assoc*. 2007 Mar;138(3):331-7.

Johnson WW. The history of prosthetic dentistry. *J Prosthet Dent*. 1959 Sept-Oct;9(5):841-6.

Joiner A. Tooth colour: a review of the literature. *J Dent*. 2004;32 Suppl 1:3-12.

Jordan A. Clinical aspects of porcelain laminate veneers: considerations in treatment planning and preparation design. *J Calif Dent Assoc*. 2015 Apr;43(4):199-202.

Karaagaclioglu L, Yilmaz B. Influence of cement shade and water storage on the final color of leucite reinforced ceramics. *Oper Dent*. 2008 Jul-Aug;33(4):386-91.

Kilinc E, Antonson AS, Hardigan PC, Kesercioglu A. Resin cement color stability and its influence on the final shade of all ceramics. *J Dent*. 2011;39 Suppl1:e30-6.

Kina S, Bruguera A. Lâminados cerâmicos “laminados de contato”. In: Kina S. Invisível: restaurações estéticas cerâmicas. 2ª edição. Maringá: Copyright. 2008. p.398-9.

Korkmaz Ceyhan Y, Ontiveros JC, Powers JM, Paravina RD. Accelerated aging effects on color and translucency of *Flowable* composites. *J Esthet Restor Dent*. 2014 Jul-Aug;26(4):272-8.

Layton DM , Clarke M, Walton TR. A systematic review and meta-analysis of the survival of feldspathic porcelain veneers over 5 and 10 years. *Int J Prosthodont*. 2012 Nov-Dec;25(6):590-603.

Lenth RV. Some Practical Guidelines for Effective Sample Size Determination. *The American Statistician*. 2001 Aug;55(3):187-93.

LeSage B. Establishing a classification system and criteria for veneer preparations. *Compend Contin Educ Dent*. 2013 Feb;34(2):104-12

Li RW, Chow TW, Matinlinna JP. Ceramic dental biomaterials and CAD/CAM technology: state of the art. *J Prosthodont Res*. 2014 Oct;58(4):208-16.

Lu H, Powers JM. Color stability of resin cements after accelerated aging. *Am J Dent*. 2004 Oct;17(5):354-8.

Luthardt RG, Sandkuhl O, Reitz B. Zirconia-TZP and alumina--advanced technologies for the manufacturing of single crowns. *Eur J Prosthodont Restor Dent*. 1999 Dec;7(4):113-9.

Magne P, Hanna J, Magne M. The case for moderate, “guided prep” indirect porcelain veneers in the anterior dentition. The pendulum of porcelain veneer preparations: from almost no-prep to over-prep to no-prep. *Eur J Esthet Dent*. 2013 Autumn;8(3):376–88.

Manso AP, Silva NR, Bonfante EA, Pegoraro TA, Dias RA, Carvalho RM. Cements and adhesives for all-ceramic restorations. *Dent Clin North Am*. 2011 Apr;55(2):311-32.

Mazarro JVQ, Zavanelli AC, Pellizzer EP, Verri FR, Falcónantennucci RM. Considerações clínicas para a restauração da região anterior com facetas laminadas. *Rev Odont Ar*. 2009 Jan-Jun;30(1):48-51.

Mondelli RFL, Coneglian EAC, Mondelli J. Reabilitação estética do sorriso com facetas indiretas de porcelana. *Biodonto*. 2003 Set-Out;1(5).

Mörmann WH, Stawarczyk B, Ender A, B Sener, Attin T, Mehl A. Wear characteristics of current aesthetic dental restorative CAD/CAM materials: two-body wear, gloss retention, roughness and Martens hardness. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2013 Apr;20:113-25.

Moskowitz ME, Nayyar A. Determinants of dental esthetics: a rational for smile analysis and treatment. *Compend Contin Educ Dent.* 1995;16(12):1164-6.

Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *J Biomed Mater Res.* 1982 May;16(3):265-73.

Omar H, Atta O, El-Mowafy O, Khan AS. Effect of CAD–CAM porcelain veneers thickness on their cemented color. *J Dent.* 2010;38 Suppl 2:e95–9.

Otani T, Raigrodski AJ, Mancl L, Kanuma I, Rosen J. In vitro evaluation of accuracy and precision of automated robotic tooth preparation system for porcelain laminate veneers. *J Prosthet Dent.* 2015 Aug;114(2):229-35.

Pagani C, Miranda CB, Bottino MC. Relative fracture toughness of different dental ceramics. *J Appl Oral Sci.* 2003 Mar;11(1):69-75.

Pahlevan A, Mirzaee M, Yassine E, Ranjbar Omrany L, Hasani Tabatabaee M, Kermanshah H, et al. Enamel thickness after preparation of tooth for porcelain laminate. *J Dent (Tehran).* 2014 Jul;11(4):428-32.

Peto D. Periodontal considerations in veneer cases. *J Calif Dent Assoc.* 2015 Apr;43(4):193-8.

Peumans M, Van Meerbeek B, Lambrechts P, Vanherle G. Porcelain veneers: a review of the literature. *J Dent.* 2000 Mar;28(3):163–77.

Peumans M, De Munck J, Fieuws S, Lambrechts P, Vanherle G, Van Meerbeek B. A prospective ten-year clinical trial of porcelain veneers. *J Adhes Dent.* 2004 Spring;6(1):65-76.

Pincus CL. Building mouth personality. *Calif State Dent Assoc J.* 1938;14:125-9.

Pires de Souza Fde C, Casemiro LA, Garcia Lda F, Cruvinel DR. Color stability of dental ceramics submitted to artificial accelerated aging after repeated firings. *J Prosthet Dent.* 2009 Jan;101(1):13-8.

Poticzny DJ, Klim J. CAD/CAM in-office technology: innovations after 25 years for predictable, esthetic outcomes. *J Am Dent Assoc.* 2010 Jun;141Suppl 2:5S–9S.

Radz GM. Minimum thickness anterior porcelain restorations. *Dent Clin North Am.* 2011 Apr;55(2):353-70.

Razzoog ME, Lang BR, Russell MM, May KB. A comparison of the color stability of conventional and titanium dental porcelain. *J Prosthet Dent.* 1994 Nov;72(5):453-6.

Rochette A. Adhesion par polymeres et traitement de surface en odontostomatologie. *Actual Odontostomatol Paris.* 1972;26(98):175-232.

Roselino Lde M, Cruvinel DR, Chinelatti MA, Pires de Souza Fde C. Effect of brushing and accelerated ageing on color stability and surface roughness of composites. *J Dent.* 2013 Nov;41 Suppl 5:e54-61.

Runnacles P, Correr GM, Baratto Filho F, Gonzaga CC, Furuse AY. Degree of conversion of a resin cement light cured through ceramic veneers of different thicknesses and types. *Braz Dent J.* 2014 Jan-Feb;25(1):38-42.

Santos GC Jr, Santos MJ Jr, Rizkalla AS, Madani DA, El-Mowafy O. Overview of CEREC CAD/CAM chairside system. *Gen Dent.* 2013 Jan-Feb;61(1):36–40;quiz 41.

Sarikaya I, Güler AU. Effects of different polishing techniques on the surface roughness of dental porcelains. *J Appl Oral Sci.* 2010 Jan-Feb;18(1):10-6.

Shetty A, Kaiwar A, Shubhashini N, Ashwini P, Naveen D, Adarsha M, et al. Survival rates of porcelain laminate restoration based on different incisal preparation designs: An analysis. *J Conserv Dent.* 2011 Jan;14(1):10-5.

Sikri VK. Color: Implications in dentistry. *J Conserv Dent.* 2010 Oct;13(4):249-55.

Sravanthi Y, Ramani YV, Rathod AM, Ram SM, Turakhia H. The comparative evaluation of the translucency of crowns fabricated with three different all-ceramic materials: an in vitro study. *J Clin Diagn Res.* 2015 Feb;9(2):ZC30-4.

Stappert CF, Ozden U, Gerds T, Strub JR. Longevity and failure load of ceramic veneers with different preparation de

signs after exposure to masticatory simulation. *J Prosthet Dent.* 2005 Aug;94(2):132-9.

Stawarczyk B, Sener B, Trottmann A, Roos M, Ozcan M, Hämmerle CH. Discoloration of manually fabricated resins and industrially fabricated CAD/CAM blocks versus glass-ceramic: effect of storage media, duration, and subsequent polishing. *Dent Mater J.* 2012;31(3):377-83.

Strassler HE. Minimally invasive porcelain veneers: indications for a conservative esthetic dentistry treatment modality. *Gen Dent.* 2007 Nov;55(7):686-94.

Sensi L, Baratieri LN, Monteiro Junior S. Cimentos resinosos. In: Kina S, Brugrera A. *Invisível: restaurações estéticas cerâmicas.* Maringá: Dental Press; 2007. p. 303-19.

Touati B, Quintas AF. A esthetic and adhesive cementation for contemporary porcelain crowns. *Pract Proced Aesthet Dent.* 2001 Oct; 13(8):611-20.

Turgut S, Bagis B, Turkaslan SS, Bagis YH. Effect of ultraviolet aging on translucency of resin cemented ceramic veneers: an in vitro study. *J Prosthodont.* 2014a Jan;23(1):39-44.

Turgut S, Bagis B, Ayaz EA, Korkmaz FM, Ulusoy KU, Bagis YH. How will surface treatments affect the translucency of porcelain laminate veneers? *J Adv Prosthodont.* 2014b Feb;6(1):8-13.

Van Zeghbroeck L. CAD/CAM treatment for the elderly: a case report. *Gerodontology.* 2012 Jun;29(2):e1176-9.

Vichi A, Ferrari M, Davidson CL. Color and opacity variations in three different resin-based composite products after water aging. *Dent Mater.* 2004 Jul;20(6):530-4.

Villarroel M, Fahl N, De Sousa AM, De Oliveira Jr OB. Direct esthetic restorations based on translucency and opacity of composite resins. *J Esthet Restor Dent.* 2011 Apr;23(2):73-87.

Vinod Kumar G, Soorya Poduval T, Bipin Reddy, Shesha Reddy P. A study on provisional cements, cementation techniques, and their effects on bonding of porcelain laminate veneers. *J Indian Prosthodont Soc.* 2014;14(1):42-9.

Wang F, Takahashi H, Iwasaki N. Translucency of dental ceramics with different thicknesses. *J Prosthet Dent.* 2013 Jul;110(1):14-20.

Wildgoose DG, Johnson A, Winstanley RB. Glass/ ceramic/ refractory techniques, their development and introduction into dentistry: a historical literature review. *J Prosthet Dent.* 2004 Feb;91(2):136-43.

Yoshimura HN, Chimanski A, Cesar PF. Systematic approach to preparing ceramic-glass composites with high translucency for dental restorations. *Dent Mater.* 2015 Oct;31(10):1188-97.