

ANA PAULA MARTINS GOMES

*AValiação DO pH E DA DENSIDADE
ÓPTICA DO CORANTE AZUL DE
METILENO TAMPONADO E NÃO
TAMPONADO APÓS O CONTATO COM
DIFERENTES CIMENTOS ENDODÔNTICOS*

*Tese apresentada à Faculdade de
Odontologia de São José dos Campos,
Universidade Estadual Paulista, como
parte dos requisitos para a obtenção do
Título de LIVRE-DOCENTE em
Endodontia.*

ANA PAULA MARTINS GOMES

*AValiação DO pH E DA DENSIDADE
ÓPTICA DO CORANTE AZUL DE
METILENO TAMPONADO E NÃO
TAMPONADO APÓS O CONTATO COM
DIFERENTES CIMENTOS ENDODÔNTICOS*

*Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de São José dos Campos,
Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para a
obtenção do Título de LIVRE-DOCENTE em Endodontia.*

São José dos Campos

2005

Apresentação gráfica e normalização de acordo com:

BELLINI, A.B.; SILVA, E.A. **Manual para elaboração de monografias: estrutura do trabalho científico.** São José dos Campos: FOSJC/UNESP, 2002. 82p.

GOMES, A.P.M. **Avaliação do pH e da densidade óptica do corante azul de metileno tamponado e não tamponado após o contato com diferentes cimentos endodônticos.** 2005. 148f. Tese (Livre-Docência). Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista. São José dos Campos.

À DEUS:

Dizer OBRIGADA é pouco!

Dizer MUITO OBRIGADA ainda é pouco!

Nenhuma palavra seria perfeita para expressar minha gratidão...

Olho para os lados e percebo que nunca estive sozinha...

VOCÊ sempre esteve comigo, nos bons e maus momentos! Sempre me amparou e sempre me motivou a seguir em frente.

Pensei em desistir muitas vezes! A trajetória era longa e exigia mais do que a minha capacidade... Era uma fase... Uma fase de gente nova em casa, de alegria e de preocupações!

OBRIGADA por essa fase...

Eu precisava muito dela para crescer!

Aos meus pais:

Antônio e Neide

Vocês são o meu exemplo de vida, de esperança, de perseverança e de
AMOR...

Obrigada por tudo!

Ao meu marido:

Eduardo Galera da Silva

Você é um grande companheiro...

Obrigada por sonhar comigo e me ajudar na realização dos sonhos!

Às nossas filhas:

Júlia e Luísa

Vocês são a razão de tudo...

À Professora Titular:

Maria Amélia Máximo de Araújo

Obrigada pela oportunidade de ingressar na carreira universitária, e pelas outras inúmeras oportunidades de crescimento, realização pessoal e profissional.

Sua dedicação, competência e perseverança serão sempre exemplos para mim.

Obrigada pela confiança, incentivo e auxílio em todos os momentos.

Obrigada por TUDO!

Ao amigo e ex-orientado:

Cláudio Hideki Kubo

Poderia ter sido apenas um tempo passageiro. Um tempo de cobranças e prazos... Mas foi um tempo de crescimento mútuo! Ensinei pouco e aprendi muito. Acertei e errei durante a sua orientação. Mas o melhor de tudo foi trabalhar com VOCÊ: humilde, competente e sempre pronto para ajudar à todos.

Obrigada pela colaboração na execução da metodologia e pela transmissão dos seus conhecimentos.

Ao Professor Adjunto:

Clóvis Pagani

Você é um grande exemplo de profissionalismo e dedicação à Odontologia. Que bom seria se as pessoas seguissem o seu exemplo e fizessem tudo com amor e entusiasmo...

Obrigada pela sua amizade e pelas oportunidades concedidas dentro e fora da nossa Faculdade.

Obrigada também pelo seu apoio e incentivo em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Odontologia de São José dos Campos - UNESP, pela oportunidade de realização dos meus ideais como docente. À esta Instituição devo minha dedicação, meu esforço e meu reconhecimento.

A elaboração de uma tese não se limita a uma única pessoa. Ela é o resultado do esforço e trabalho de muitos colegas que, em diferentes áreas, somam seus conhecimentos para a concretização de um objetivo comum.

Ao Diretor e Professor Adjunto Paulo Villela Santos Junior e ao Vice-Diretor e Professor Doutor José Roberto Rodrigues, pelas oportunidades concedidas.

Aos companheiros da Disciplina de Endodontia - Professores: Alberto Siqueira e Silva, Márcia Carneiro Valera Garakis, Carlos Henrique Ribeiro Camargo e Cláudio Antonio Talge Carvalho, pelo apoio e colaboração durante o desenvolvimento deste trabalho.

Aos colegas do Departamento de Odontologia Restauradora - Professores: José Roberto Rodrigues, João Cândido de Carvalho, Maria Filomena Rocha Lima Huhtala, Sérgio Eduardo de Paiva Gonçalves e Carlos Rocha Gomes Torres, pelo apoio e incentivo durante a realização deste trabalho.

À Professora Doutora Maria Nadir Gasparoto Mancini, pelo auxílio na utilização do espectrofotômetro.

Ao Professor Ivan Balducci, pela execução da análise estatística.

À Diretora Técnica da Biblioteca da FOSJC - UNESP, Ângela de Brito Bellini, pela orientação e revisão da apresentação gráfica e referências bibliográficas.

À Diretora Técnica Acadêmica Iara Friggi Kogiso, pelo auxílio, atenção e orientação para a realização do Concurso.

Ao Técnico Domingos Gonçalves Pontes, pelo auxílio indispensável no Laboratório de Bioquímica da FOSJC - UNESP.

Às secretárias da Pós-Graduação Erena Michie Hasegawa, Rosemary de Fátima Salgado Pereira e Maria Aparecida C. de Souza, pelas informações durante o período de preparo do Concurso.

Aos Funcionários da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, pelo carinho, amizade e dedicação.

*A todos aqueles que, de alguma maneira, me auxiliaram na realização deste trabalho, **MEUS SINCEROS AGRADECIMENTOS.***

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	11
LISTA DE QUADROS.....	13
LISTA DE TABELAS.....	14
LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS.....	16
RESUMO.....	18
1 INTRODUÇÃO.....	19
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	25
2.1 Infiltração marginal de corantes e azul de metileno.....	25
2.2 Cimentos endodônticos.....	41
3 PROPOSIÇÃO.....	54
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	55
4.1 Material.....	55
4.1.1 Corantes e reagentes.....	55
4.1.2 Cimentos endodônticos.....	57
4.2 Métodos.....	61
4.2.1 Preparo das soluções corantes.....	61
4.2.1.1 Solução de azul de metileno a 1% tamponada (AMT 1%).....	61
4.2.1.2 Solução de azul de metileno a 1% não tamponada (AMNT 1%).....	61
4.2.1.3 Solução de azul de metileno a 2% tamponada (AMT 2%).....	62
4.2.1.4 Solução de azul de metileno a 2% não tamponada (AMNT 2%).....	62
4.2.2 Preparo dos espécimes.....	64
4.2.3 Análise das soluções corantes sem a imersão dos espécimes.....	66
4.2.4 Análise das soluções corantes após a imersão dos espécimes por 0, 24, 48 e 72h.....	66
4.2.5 Análise do pH das soluções corantes.....	70
4.2.6 Análise da densidade óptica das soluções corantes	70

4.2.6.1	Determinação do comprimento de onda de absorção máxima das soluções corantes.....	70
4.2.6.2	Determinação da densidade óptica.....	72
4.3	Análise estatística.....	76
4.3.1	Análise das soluções corantes sem a imersão dos espécimes.....	76
4.3.2	Análise das soluções corantes após a imersão dos espécimes por 0, 24, 48 e 72h.....	77
5	RESULTADOS.....	79
5.1	Análise do pH e da densidade óptica das soluções corantes sem a imersão dos espécimes.....	79
5.1.1	Dados de pH.....	79
5.1.2	Dados da densidade óptica.....	82
5.2	Análise do pH e da densidade óptica das soluções corantes após a imersão dos espécimes.....	85
5.2.1	Dados de pH.....	85
5.2.1.1	Cimento Endofill.....	85
5.2.1.2	Cimento AH Plus.....	86
5.2.1.3	Cimento Sealapex.....	88
5.2.2	Dados da densidade óptica.....	90
5.2.2.1	Cimento Endofill.....	90
5.2.2.2	Cimento AH Plus.....	93
5.2.2.3	Cimento Sealapex.....	96
6	DISCUSSÃO.....	99
6.1	Discussão da metodologia.....	99
6.2	Discussão dos resultados.....	109
6.2.1	Avaliação dos dados de pH e da densidade óptica das soluções corantes sem a imersão dos espécimes.....	109
6.2.2	Avaliação dos dados de pH e da densidade óptica das soluções corantes após a imersão dos espécimes.....	114
7	CONCLUSÕES.....	124
8	REFERÊNCIAS.....	125
	APÊNDICE A.....	139
	ABSTRACT.....	148

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Reagente empregado para o preparo das soluções corantes de azul de metileno.....	56
FIGURA 2 - Soluções de azul de metileno a 1% (tamponada e não tamponada) acondicionadas em frascos de vidro âmbar).....	63
FIGURA 3 - Soluções de azul de metileno a 2% (tamponada e não tamponada) acondicionadas em frascos de vidro âmbar).....	63
FIGURA 4 - Frascos com tampa utilizados para acondicionar o espécime na solução corante.....	67
FIGURA 5 - Esquema representativo da divisão em grupos e subgrupos (SG) da análise realizada para o estudo das soluções corantes após a imersão dos espécimes por 0, 24, 48 e 72h.....	69
FIGURA 6 - pHmetro e eletrodo por contato.....	71
FIGURA 7 - Espectrofotômetro utilizado para a avaliação da densidade óptica das soluções corantes.....	71
FIGURA 8 - Soluções corantes diluídas nos tubos de ensaio (2ml).....	72
FIGURA 9 - Metodologia de análise das soluções corantes sem a imersão dos espécimes nos períodos de 0, 24, 48 e 72h.....	74
FIGURA 10 - Metodologia de análise das soluções corantes após a imersão dos espécimes nos períodos de 0, 24, 48 e 72h.....	75

FIGURA 11 - Gráfico de linhas para os valores médios de pH das soluções corantes sem a imersão dos espécimes nos diferentes períodos de tempo de análise.....	81
FIGURA 12 - Gráfico de linhas para os valores médios da densidade óptica das soluções corantes sem a imersão dos espécimes nos diferentes períodos de tempo de análise.....	83
FIGURA 13 - Gráfico de linhas para os valores médios de pH sem e após a imersão dos espécimes do cimento Endofill nas diferentes soluções corantes.....	86
FIGURA 14 - Gráfico de linhas para os valores médios de pH sem e após a imersão dos espécimes do cimento AH Plus nas diferentes soluções corantes.....	87
FIGURA 15 - Gráfico de linhas para os valores médios de pH sem e após a imersão dos espécimes do cimento Sealapex nas diferentes soluções corantes.....	89
FIGURA 16 - Gráfico de linhas para os valores médios da densidade óptica sem e após a imersão dos espécimes do cimento Endofill nas diferentes soluções corantes.....	91
FIGURA 17 - Gráfico de linhas para os valores médios da densidade óptica sem e após a imersão dos espécimes do cimento AH Plus nas diferentes soluções corantes.....	94
FIGURA 18 - Gráfico de linhas para os valores médios da densidade óptica sem e após a imersão dos espécimes do cimento Sealapex nas diferentes soluções corantes.....	97

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Dados técnicos do reagente empregado para o preparo das soluções corantes.....	55
Quadro 2 -	Dados técnicos dos reagentes empregados para o preparo da solução tampão de fosfato em pH 7.....	56
Quadro 3 -	Dados técnicos dos cimentos endodônticos.....	57
Quadro 4 -	Composição do cimento Endofill.....	58
Quadro 5 -	Composição do cimento AH Plus.....	59
Quadro 6 -	Composição do cimento Sealapex.....	60
Quadro 7 -	Proporção pó-líquido utilizada para o preparo dos espécimes do cimento Endofill.....	64
Quadro 8 -	Dados da densidade óptica e do pH das soluções corantes sem a imersão dos espécimes, segundo a solução corante e os períodos de tempo de análise (em horas).....	139
Quadro 9 -	Dados da densidade óptica e do pH das soluções corantes após a imersão dos espécimes, segundo a solução corante e os períodos de tempo de análise (em horas).....	142

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Média e desvio padrão dos valores de pH verificados para as diferentes soluções corantes sem a imersão dos espécimes.....	80
Tabela 2 -	Média e desvio padrão dos valores da densidade óptica verificados para as diferentes soluções corantes sem a imersão dos espécimes	82
Tabela 3 -	Teste de Tukey (5%) para os dados da densidade óptica das soluções corantes sem a imersão dos espécimes.....	84
Tabela 4 -	Média e desvio padrão dos valores de pH verificados para as diferentes soluções corantes sem e após a imersão dos espécimes do cimento Endofill.....	85
Tabela 5 -	Média e desvio padrão dos valores de pH verificados para as diferentes soluções corantes sem e após a imersão dos espécimes do cimento AH Plus	87
Tabela 6 -	Média e desvio padrão dos valores de pH verificados para as diferentes soluções corantes sem e após a imersão dos espécimes do cimento Sealapex	88
Tabela 7 -	Média e desvio padrão dos valores da densidade óptica verificados para as diferentes soluções corantes sem e após a imersão dos espécimes do cimento Endofill.....	90
Tabela 8 -	Resultados da ANOVA (2 fatores) para os dados da densidade óptica sem e após a imersão dos espécimes do cimento Endofill.....	91

Tabela 9 -	Teste de Tukey (5%) para os dados da densidade óptica das soluções corantes sem e após a imersão dos espécimes do cimento Endofill.....	92
Tabela 10 -	Média e desvio padrão dos valores da densidade óptica verificados para as diferentes soluções corantes sem e após a imersão dos espécimes do cimento AH Plus.....	93
Tabela 11 -	Resultados da ANOVA (2 fatores) para os dados da densidade óptica sem e após a imersão dos espécimes do cimento AH Plus.....	94
Tabela 12 -	Teste de Tukey (5%) para os dados da densidade óptica das soluções corantes sem e após a imersão dos espécimes do cimento AH Plus.....	95
Tabela 13 -	Média e desvio padrão dos valores da densidade óptica verificados para as diferentes soluções corantes sem e após a imersão dos espécimes do cimento Sealapex	96
Tabela 14 -	Resultados da ANOVA (2 fatores) para os dados da densidade óptica sem e após a imersão dos espécimes do cimento Sealapex.....	97
Tabela 15 -	Teste de Tukey (5%) para os dados da densidade óptica das soluções corantes sem e após a imersão dos espécimes do cimento Sealapex.....	98

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

ABNT =	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AMT =	azul de metileno tamponado
AMNT =	azul de metileno não tamponado
ANOVA =	análise de variância
cm =	centímetro
et al. =	et alii (e outros)
FOSJC =	Faculdade de Odontologia de São José dos Campos
g =	grama
h =	hora
KCl =	cloreto de potássio
laser =	light amplification by the stimulated emission of radiation
M =	molar
mg =	miligramas
min =	minuto
ml =	mililitro
mm =	milímetro
mmHg =	milímetros de mercúrio
MPa =	megapascal
nm =	nanometro ($1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$)
$\text{N}/\text{cm}^2 =$	newton por centímetro quadrado
v. =	volume
n. =	número
p. =	página
OZE -	óxido de zinco e eugenol

pH =	p: abreviatura do alemão potenz = concentração e H: íon hidrogênio (H ⁺). Concentração hidrogeniônica de uma dada solução
pol =	polegada = 2,54cm
P.M. =	peso molecular
rpm =	rotações por minuto
TERM =	temporary endodontic restorative material
YAG =	yttrium-aluminum-garnet
GL =	grau de liberdade
QM =	quadrado médio
SQ =	soma dos quadrados
s =	segundo
µl =	microlitro
µm =	micrometro (1µm = 10 ⁻⁶ m)
% =	por cento
⁰ C =	grau Celsius

GOMES, A.P.M. **Avaliação do pH e da densidade óptica do corante azul de metileno tamponado e não tamponado após o contato com diferentes cimentos endodônticos.** 2005. 148f. Tese (Livre-Docência). Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista. São José dos Campos.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o pH e a densidade óptica das soluções de azul de metileno a 1% e 2% (tamponadas e não tamponadas) após a imersão de três cimentos endodônticos. Foram preparados oitenta espécimes de cada cimento endodôntico (Endofill, AH Plus e Sealapex), os quais foram imersos nas soluções corantes. As soluções foram analisadas antes e após a imersão dos materiais nos períodos de tempo de 0, 24, 48 e 72h. Foram realizadas avaliações do pH utilizando um pHmetro e da densidade óptica utilizando um espectrofotômetro ajustado em 596nm. Os dados de pH foram analisados através de estatística descritiva e os dados da densidade óptica foram analisados pela ANOVA e teste de Tukey 5%. Pôde-se verificar que as soluções corantes de azul de metileno tamponadas e não tamponadas apresentaram pequena variação nos valores de pH e densidade óptica antes do contato com os cimentos endodônticos. As soluções corantes não tamponadas apresentaram valores de pH menores que as tamponadas, independentemente do contato com qualquer cimento endodôntico. Os cimentos endodônticos promoveram alterações nos valores de pH das soluções corantes, sendo que as maiores alterações ocorreram nas soluções não tamponadas. Ocorreram alterações nos valores da densidade óptica das soluções corantes tamponadas e não tamponadas nos diferentes períodos de tempo de análise, sendo diferentes para cada cimento endodôntico utilizado.

PALAVRAS-CHAVE: Azul de metileno; cimentos dentários; infiltração dentária; óptica; pH.

1 INTRODUÇÃO

O tratamento endodôntico deve ser realizado de acordo com princípios técnicos, científicos e biológicos que possibilitem a preservação dos dentes na cavidade bucal, dando-lhes condições para que desempenhem suas funções (LEONARDO⁴⁵, 2005). Durante o tratamento endodôntico, as bactérias e seus produtos, juntamente com os restos pulpares, devem ser eliminados, seguindo-se de uma obturação hermética do sistema de canais radiculares, a fim de se obter o sucesso dessa terapia (NAIR et al.⁵⁹, 1990).

O selamento hermético é, entretanto, um dos aspectos que pode gerar grande controvérsia. Sabe-se que os cimentos endodônticos permitem algum grau de infiltração (LEONARDO et al.⁴⁶, 1980; ALEXANDER & GORDON², 1985; ROTHIER et al.⁷¹, 1987; HOLLAND et al.³⁴, 1991; BONETTI FILHO et al.⁹, 1995; POMMEL et al.⁶⁹, 2003). Hovland & Dumsha³⁶ (1985) consideraram que a infiltração pode ocorrer na interface do cimento com a dentina, do cimento com o cone de gutapercha, por entre o cimento endodôntico ou pela dissolução do mesmo. Se os cimentos endodônticos permitem infiltração, o selamento hermético do sistema de canais radiculares ainda faz parte de um objetivo a ser alcançado. Entende-se, dessa maneira, que um dos pontos críticos do tratamento endodôntico está no cimento (ESTRELA¹⁹, 2004).

Entre os materiais obturadores de canais radiculares em estado plástico, um número elevado de cimentos foi introduzido no comércio nas últimas décadas. Em sua grande maioria, os cimentos endodônticos são constituídos por um pó e um líquido, podendo apresentar diferentes composições químicas, ou seja: cimentos à base de

óxido de zinco e eugenol, cimentos à base de resinas plásticas, cimentos à base de hidróxido de cálcio, cimentos à base de silicone e cimentos à base de ionômero de vidro (LEONARDO⁴⁵, 2005).

Embora a disponibilidade de cimentos endodônticos no comércio seja grande, é difícil afirmar que exista um cimento perfeito. Seria ideal que os cimentos endodônticos apresentassem propriedades físico-químicas e biológicas satisfatórias, tais como boa estabilidade dimensional, insolubilidade nos fluidos orgânicos, radiopacidade, escoamento, adesividade, tempo de presa adequado, ação antimicrobiana e biocompatibilidade com os tecidos periapicais (CARNEIRO & BARBOSA¹⁴, 1998; ESTRELA¹⁹, 2004).

Muitos trabalhos de pesquisa foram realizados para avaliar as propriedades físico-químicas e biológicas dos cimentos endodônticos (CAICEDO & VON FRAUNHOFER¹¹, 1988; FIDEL et al.²¹, 1995; FIDEL et al.²³, 1995; ORSTAVIK et al.⁶³, 2001; CANOVA et al.¹³, 2002; SCHÄFER & ZANDBIGLARI⁷⁴, 2003; GOMES et al.²⁸, 2004). Na avaliação do selamento marginal proporcionado pelos diferentes cimentos endodônticos, os estudos sobre infiltração compreendem uma parte importante das pesquisas realizadas. Wu & Wesselink⁸⁹ (1993) fizeram uma revisão sobre os estudos de infiltração endodôntica e verificaram que quase metade dos trabalhos publicados em Endodontia se referiam a esse tema. Os resultados eram variados e contraditórios, assim como a metodologia empregada.

Segundo Torabinejad et al.⁸⁶ (1993), dentre as várias metodologias que permitem avaliar o selamento marginal, a microinfiltração de corantes é um método de fácil realização e que permite selecionar novos materiais.

A microinfiltração pode ser definida como a passagem de bactérias, fluidos, moléculas e/ou íons entre a estrutura dental e os materiais retrobturadores, obturadores ou restauradores (KIDD⁴⁰, 1976; TROWBRIDGE⁸⁸, 1987; TAYLOR & LYNCH⁸⁵, 1992; WU &

WESSELINK⁸⁹, 1993; GALE & DARVELL²⁵, 1999). É um processo dinâmico que pode aumentar ou reduzir com o tempo, contribuindo para a corrosão, dissolução ou descoloração dos materiais obturadores ou restauradores (TROWBRIDGE⁸⁸, 1987). Para tanto, muitas técnicas têm sido desenvolvidas e utilizadas para verificar a capacidade de selamento de diferentes materiais (CHRISTEN & MITCHELL¹⁵, 1966; GOING²⁶, 1972; TROWBRIDGE⁸⁸, 1987; GOLDMAN et al.²⁷, 1989; TAYLOR & LYNCH⁸⁵, 1992; AL-GHAMDI & WENBERG³, 1994).

Para a avaliação do selamento promovido pelos materiais odontológicos pode-se destacar o método eletroquímico (LIM & TIDMARSH⁴⁸, 1986; POMMEL et al.⁶⁸, 2001; MARTELL & CHANDLER⁵⁴, 2002); transporte de fluidos (WU et al.⁹⁰, 1994; WU et al.⁹¹, 1994; WU et al.⁹⁴, 2003; WU et al.⁹³, 2004); emprego de produtos do metabolismo microbiano ou de microrganismos (BARTHEL et al.⁸, 1999); radioisótopos (MATLOFF et al.⁵⁶, 1982; HAÏKEL et al.³⁰, 1999); ou corantes (SPANGBERG et al.⁷⁹, 1989; STARKEY et al.⁸⁰, 1993; HIGA et al.³², 1994; HAMAOKA & MOURA³¹, 1996; KATZ et al.³⁸, 1998; ARAÚJO et al.⁶, 1999; BOUSSETTA et al.¹⁰, 2003; SOUZA et al.⁷⁷, 2004).

Entretanto, segundo Wu & Wesselink⁸⁹ (1993), 82% dos estudos de infiltração em Endodontia são realizados utilizando corantes ou radioisótopos. Destes, o método de avaliação do selamento com corantes é mais simples e de menor custo, por não necessitar de laboratório com recursos sofisticados e técnicos especializados para a realização dos experimentos. Além disso, para Torabinejad et al.⁸⁶ (1993) e Wu & Wesselink⁸⁹ (1993), a avaliação do selamento marginal utilizando infiltração de corantes é um dos métodos mais fáceis para selecionar novos materiais, pois “quando um material não permite a passagem de pequenas moléculas, apresenta o potencial de prevenir a infiltração de substâncias maiores como bactérias e suas toxinas”.

De acordo com Going²⁶ (1972), Kidd⁴⁰ (1976), Trowbridge⁸⁸ (1987), Taylor & Lynch⁸⁵ (1992) e Wu & Wesselink⁸⁹ (1993), a utilização de corantes é um método antigo e popular para revelar a microinfiltração. Entretanto, alguns fatores podem contribuir para a variabilidade nos resultados dos testes de selamento marginal no qual corantes são utilizados, tais como: a experiência e habilidade do operador que prepara os espécimes; período de tempo entre o preparo dos espécimes e a imersão nas soluções corantes; tempo e temperatura de imersão na solução corante; corante (peso molecular, pH); remoção ou não da *smear layer*; termociclagem; tamanho da amostra; padronização do corpo de prova (comprimento, anatomia, grau de mineralização); método e região de impermeabilização dos espécimes; tipo de dados (quantitativos - volume da penetração do corante ou semi-quantitativos - profundidade de penetração do corante); sentido de avaliação da penetração do corante (coroa-ápice ou ápice-coroa); utilização ou não de vácuo (antes ou após a imersão dos espécimes); posição dos espécimes durante a imersão no corante (horizontal ou vertical); método de preparo dos espécimes para avaliação da microinfiltração (seccionamento longitudinal ou transversal e fratura longitudinal com ou sem utilização de jato de água e/ou ar, diafanização) (GOING²⁶, 1972; KIDD⁴⁰, 1976; LEONARDO et al.⁴⁶, 1980; GOLDMAN et al.²⁷, 1989; HOLLAND et al.³³, 1990; LIMKANGWALMONGKOL et al.⁵⁰, 1991; KARAGÖZ-KÜÇÜKAY et al.³⁷, 1993; WU & WESSELINK⁸⁹, 1993; MASTERS et al.⁵⁵, 1995; AHLBERG et al.¹, 1995; KATZ et al.³⁸, 1998; CAMPS & PASHLEY¹², 2003).

Ainda, vários corantes, com diferentes concentrações, têm sido utilizados nos estudos de infiltração, entre eles a eosina (YOUNGSON et al.⁹⁷, 1990; TAMSE et al.⁸¹, 1998), a tinta da Índia (HIGA et al.³², 1994; SEN et al.⁷³, 1996; YOSHIKAWA et al.⁹⁶, 1997; YOUNGSON et al.⁹⁸, 1998); o nitrato de prata (GALE & DARVELL²⁴, 1997; YOUNGSON et al.⁹⁸, 1998), o azul de metileno (SPANGBERG

et al.⁷⁹, 1989; HOLLAND et al.³³, 1990; STARKEY et al.⁸⁰, 1993; BONETTI FILHO et al.⁹, 1995), a fluoresceína (CHRISTEN & MITCHELL¹⁵, 1966; SOUZA⁷⁸, 1991), e a rodamina B (LEONARDO et al.⁴⁶, 1980; LEAL et al.⁴³, 1987; ROTHIER et al.⁷¹, 1987; ARAÚJO et al.⁶, 1999).

As soluções corantes preparadas em água destilada são ácidas (STARKEY et al.⁸⁰, 1993; WU & WESSELINK⁸⁹, 1993), sendo necessário o ajuste do pH para valores próximos a sete, pois a utilização de soluções corantes de natureza ácida, com pH menor que cinco, pode promover a desmineralização da estrutura dentinária (STARKEY et al.⁸⁰, 1993), aumentando a penetração do corante (WU & WESSELINK⁸⁹, 1993).

Além disso, o corante pode interagir quimicamente com o material de selamento ou a dentina e esta interação pode influenciar a difusão ou a coloração do corante, impedindo a adequada avaliação da infiltração marginal (WU & WESSELINK⁸⁹, 1993; YOUNGSON et al.⁹⁸, 1998; WU et al.⁹², 1998; ÖZTAN et al.⁶⁴, 2001).

Em 1998, Wu et al.⁹² descreveram uma metodologia para análise das alterações de cor da solução de azul de metileno a 1%, quando diferentes materiais de selamento foram expostos à solução corante. Os autores verificaram que a solução de azul de metileno a 1%, com pH ajustado a sete, pode ser descolorida significativamente pelo agregado de trióxido de mineral e pelo hidróxido de cálcio.

Öztan et al.⁶⁴ (2001) empregaram metodologia semelhante à desenvolvida por Wu et al.⁹² (1998) para avaliar o efeito da exposição de diferentes materiais endodônticos, por diferentes períodos de tempo, na densidade óptica da tinta da Índia e das soluções de azul de metileno a 1% ou 2%. Os autores observaram que podem ocorrer alterações na densidade óptica das soluções corantes dependendo do material de contato e do tempo de imersão nos diferentes corantes.

De acordo com Coffey¹⁶ (1978), o azul de metileno é susceptível à oxidação e à hidrólise do grupamento amina em meios cáusticos ($\text{pH} > 7$), promovendo a formação do thional (composto incolor). Deste modo, o conhecimento do pH da solução corante antes e após o contato com diferentes materiais torna-se muito importante.

Até o momento, não foi totalmente estabelecido se o contato dos cimentos obturadores de canais radiculares com as soluções corantes pode produzir reações que levem a modificações nesses traçadores. Se as modificações realmente ocorrem, é preciso determinar qual a concentração ideal dos corantes e o tempo satisfatório de imersão nos mesmos, para que os resultados dos trabalhos de infiltração marginal possam ser mais concordantes e reproduzíveis. Para tanto, o objetivo do presente estudo foi avaliar o pH e a densidade óptica das soluções de azul de metileno a 1% e 2% (tamponadas ou não tamponadas) após o contato com três cimentos endodônticos em diferentes períodos de tempo (0, 24, 48 e 72h).

2 REVISÃO DA LITERATURA

A revisão da literatura incluiu trabalhos, em ordem cronológica de publicação, sobre: aspectos relevantes das metodologias de infiltração marginal de corantes, azul de metileno e cimentos endodônticos. Alguns trabalhos de revisão ou relacionados às propriedades físicas e químicas de corantes ou cimentos endodônticos também foram incluídos para auxiliar o entendimento e estudo do assunto.

2.1 Infiltração marginal de corantes e azul de metileno

Maloff et al.⁵³ (1982) avaliaram a confiabilidade da penetração de corantes na determinação da infiltração. Os autores instrumentaram dentes anteriores extraídos, selaram o acesso coronário ou apical dos mesmos, e em alguns mantiveram ambas as extremidades abertas. As superfícies radiculares foram impermeabilizadas com esmalte para unhas, e os dentes foram colocados em corante azul de metileno na posição vertical (com a extremidade aberta para cima ou para baixo) ou na posição horizontal. Após 48h, os dentes foram lavados e avaliados quanto à existência de infiltração após o seccionamento transversal das raízes. Os autores verificaram que nos dentes com uma das extremidades seladas, o corante não penetrou mais que 4 ou 5mm no interior dos canais radiculares. No grupo onde as duas extremidades da raiz permaneceram abertas, os dentes colocados na posição vertical foram completamente preenchidos pelo corante. Em alguns dentes colocados

na posição horizontal, não foi observada a presença de corante na secção mediana da raiz, mesmo quando as duas extremidades foram mantidas abertas. Os mesmos procedimentos foram realizados em outros dentes com o uso de vácuo durante 20min e verificou-se que o corante penetrou em toda a extensão dos canais. Os autores concluíram que os testes de infiltração sem o uso de vácuo não são confiáveis devido à possibilidade da presença de ar aprisionado no interior dos canais radiculares.

Matloff et al.⁵⁶ (1982) procuraram comparar um corante e três radioisótopos para avaliar a infiltração marginal nas obturações de canais radiculares. Com essa finalidade, foram instrumentados e obturados 63 dentes unirradiculares humanos extraídos. Os dentes foram aleatoriamente divididos em três grupos de vinte, sendo expostos a soluções contendo corante azul de metileno a 2% e três radioisótopos durante 48h, para comparar os valores da infiltração obtidos em cada técnica. Foram mantidos três dentes como controle para avaliar a capacidade de selamento do esmalte para unhas sobre a superfície radicular. Os autores concluíram que: a) não foi observado selamento apical perfeito em nenhum dente; b) o azul de metileno penetrou mais que qualquer um dos radioisótopos; c) os dentes do grupo controle não mostraram qualquer evidência de penetração pelo corante ou pelos radioisótopos, confirmando a eficiência do esmalte para unhas na impermeabilização das raízes.

Goldman et al.²⁷ (1989) realizaram um estudo para determinar a validade dos trabalhos de infiltração com corantes, considerando o emprego ou não do vácuo. Na primeira parte do trabalho, foram utilizados noventa dentes unirradiculares humanos extraídos, os quais foram preparados, mas não obturados. Os dentes foram divididos aleatoriamente em seis grupos de 15. No grupo A1, o forame apical foi mantido aberto e o acesso coronário foi fechado com cimento de óxido de zinco e eugenol; no grupo A2, o forame apical foi fechado com cimento de óxido de zinco e eugenol e o acesso coronário foi mantido aberto; no

grupo A3, o forame apical e o acesso coronário foram mantidos abertos. As superfícies externas, com exceção do forame apical e abertura cervical, foram impermeabilizadas e os dentes foram imersos em solução de violeta cristal a 1% da seguinte forma: cinco dentes em cada grupo foram colocados com a extremidade aberta para cima, extremidade aberta para baixo, ou na posição horizontal. Os dentes foram mantidos no corante por 3h, lavados, secos e seccionados longitudinalmente para que a extensão da penetração pelo corante pudesse ser avaliada. Nos grupos B1, B2 e B3, os 45 dentes remanescentes foram preparados da mesma maneira, porém antes da imersão no corante, os grupos foram submetidos a um ambiente de vácuo de 25mmHg durante 10min. Decorrido esse período, os dentes foram mantidos no corante por mais 3h, removidos, lavados, secos e seccionados longitudinalmente. Na segunda parte do trabalho, foram selecionados vinte dentes, os quais foram preparados, secos e obturados com guta-percha e cimento de Roth pela técnica da condensação lateral. Com o objetivo de simular um defeito na obturação, foi colocado no interior do canal, desde o forame apical, um fio ortodôntico com espessura de 0,015 pol. O acesso coronário dos canais foi mantido fechado. Os dentes foram aleatoriamente divididos em dois grupos de dez. No grupo C, os dentes foram imersos no corante com a extremidade aberta voltada para baixo durante 3h. No grupo D, os dentes também foram imersos no corante com a extremidade aberta voltada para baixo, entretanto, foram submetidos a um ambiente de vácuo antes da imersão. Os resultados mostraram que ocorreu penetração total do corante quando foi empregado o vácuo (grupos B1, B2, B3 e D). Houve menor penetração do corante nos grupos onde não foi empregado o vácuo. No grupo A3, onde os dentes foram mantidos na posição vertical, com ambas as extremidades abertas, ocorreu penetração total pelo corante. Segundo os autores, a validade dos estudos com corante, que não consideram a presença do ar aprisionado, é questionável.

Kersten & Moorer³⁹ (1989) utilizaram raízes de 46 dentes unirradiculares (incisivos centrais superiores e caninos) para avaliar o selamento promovido por quatro técnicas de obturação a partículas com tamanho semelhante à de bactérias (partículas de látex com diâmetro de 0,945µm) e moléculas (endotoxina, ácido butírico, ácido valérico e à solução aquosa de azul de metileno 0,1% pH 7). Quarenta e seis espécimes (raízes) com 9mm de comprimento foram preparados biomecanicamente e divididos aleatoriamente em quatro grupos experimentais com dez espécimes cada (grupo 1 - obturação com 9mm de guta-percha, sem a realização de condensação vertical, grupo 2 - obturação com 9mm de guta-percha + cimento AH 26, sem a realização de condensação vertical, grupo 3 - obturação com 7mm de guta-percha, com a realização de condensação vertical, e grupo 4 - obturação com 7mm de guta-percha + cimento AH 26, com a realização de condensação vertical). Duas raízes não foram obturadas (controle positivo), duas foram obturadas com Cavit e impermeabilizadas com resina acrílica (controle negativo) e duas foram utilizadas para monitorar a penetração das diferentes partículas e moléculas. Os espécimes foram fixados com resina acrílica no interior de um tubo de poliestireno para que o reservatório coronário contivesse as suspensões com cada uma das partículas ou moléculas; e, o reservatório apical contivesse uma solução evidenciadora de ácido valérico. A leitura inicial foi realizada sete dias após o início do experimento, quando amostras do reservatório apical foram retiradas para avaliação da concentração das partículas ou moléculas presentes; além disso, no reservatório coronário foi injetado o gás nitrogênio à uma pressão de 15N/cm². A leitura final foi realizada 14 dias após o início do experimento. Os autores verificaram que apenas no grupo 4 não foi verificada a penetração de partículas de látex com tamanho semelhante ao de bactérias e endotoxina. A infiltração do ácido butírico foi comparável à penetração do azul de metileno, pois a penetração destas moléculas

não pôde ser impedida por qualquer uma das técnicas de obturação avaliadas.

Spangberg et al.⁷⁹ (1989) analisaram a influência do ar aprisionado no interior de canais radiculares nos estudos de infiltração de corantes. Foram preparadas 39 raízes palatinas de molares superiores e obturadas apenas com cimento. Os 2mm apicais das raízes foram seccionados e as mesmas foram divididas em três grupos de 13 (12 espécimes experimentais e um controle): Grupo 1 - foram confeccionados espaços com 0,28mm de diâmetro no cimento e os espécimes foram imersos passivamente em solução de azul de metileno a 2% por uma semana; Grupo 2 - foram confeccionados espaços com 0,51mm de diâmetro no cimento e os espécimes foram imersos passivamente em solução de azul de metileno a 2% por uma semana; Grupo 3 - foram confeccionados espaços com 0,28mm de diâmetro no cimento e os espécimes foram imersos em solução de azul de metileno a 2%, sob ambiente de vácuo, para eliminar a presença do ar no interior dos espaços. Os espécimes controle (três) foram totalmente impermeabilizados externamente. A infiltração foi avaliada por meio de um estereomicroscópio. Os autores só observaram completa penetração de corante nos espaços vazios quando os espécimes foram submetidos à ambiente de vácuo.

Holland et al.³³ (1990) avaliaram a influência do emprego do vácuo na penetração de corantes em estudos de infiltração marginal. Com esse objetivo, os autores seccionaram as coroas de quarenta dentes unirradiculares humanos extraídos, e prepararam os canais radiculares de forma padronizada. As raízes foram impermeabilizadas externamente e os canais foram obturados com guta-percha e cimento pela técnica da condensação lateral. Após 24h, dez espécimes foram imersos em corante azul de metileno a 2%, onde permaneceram durante 24h. Os demais espécimes foram submetidos a um ambiente de vácuo de 0,002mmHg durante 10min, antes da imersão no corante, que foi realizada da seguinte

forma: a) os espécimes foram imersos no corante, o vácuo foi eliminado e os mesmos permaneceram imersos por mais 3h; b) os espécimes foram imersos no corante, o vácuo foi eliminado e os espécimes permaneceram por mais 24h no corante; c) após 10min de vácuo, os espécimes foram imersos no corante, o vácuo foi mantido e os espécimes permaneceram no corante por mais 1h. Após esses procedimentos, os espécimes foram removidos do corante, lavados, secos e fraturados longitudinalmente. Os resultados foram analisados estatisticamente e mostraram que a infiltração pelo corante foi maior quando o vácuo foi empregado. Os resultados obtidos com o emprego do vácuo, mesmo variando o tempo de permanência dos espécimes no corante, foram semelhantes entre si. Os autores concluíram que, com o emprego do vácuo, a infiltração marginal pode ser mais pronunciada do que na ausência deste, e que as variáveis de emprego do vácuo e permanência dos espécimes no corante não determinaram diferenças na profundidade alcançada pelo agente traçador.

Oliver & Abbott⁶⁰ (1991) estudaram o efeito da presença de ar aprisionado sobre a capacidade de penetração do corante azul de metileno em espaços com tamanho conhecido. Foram empregados 36 tubos capilares com 1mm de diâmetro interno, os quais tiveram uma de suas extremidades fechada. Outros 12 tubos foram selecionados como controles, sendo seis controles positivo (ambas as extremidades abertas) e seis controles negativo (ambas as extremidades fechadas). Todos os tubos foram preenchidos com cimento e, por meio de um fio ortodôntico com 0,3mm de diâmetro, foram confeccionados espaços no interior dos tubos (um espaço em cada tubo). Os tubos foram divididos em três grupos com 12 espécimes experimentais, dois controles positivo e dois controles negativo. Os espécimes foram submetidos à imersão em corante azul de metileno a 2% utilizando três métodos: a) imersão passiva no corante por sete dias; b) centrifugação a 3000rpm durante 5min e c) imersão em ambiente de vácuo de 26mmHg por 5 min.

O grupo submetido ao ambiente de vácuo mostrou penetração total pelo corante em todos os espécimes (100%), o método de centrifugação mostrou uma média de penetração pelo corante de 91,7% e o método de imersão passiva mostrou uma média de 20,7%. Segundo os autores, esse estudo demonstrou que o método de imersão passiva dos espécimes no corante não é confiável, sendo recomendável o emprego do vácuo nos estudos de infiltração de corantes.

Souza⁷⁸ (1991) analisou *in vitro* a infiltração marginal em obturações de canais radiculares, em função das soluções corantes empregadas (azul de metileno a 2%, fluoresceína a 2%, violeta genciana a 2% e rodamina B a 1%), tempos de imersão (24 ou 168h) nestas soluções corantes e tipos de cimentos obturadores empregados (Sealapex ou cimento à base de óxido de zinco e eugenol). Cento e sessenta dentes unirradiculares humanos foram preparados biomecanicamente, obturados, impermeabilizados e imersos em cada uma das soluções corantes (solubilizadas em saliva artificial) por 24 ou 168h a 36°C, em grupos experimentais constituídos por dez espécimes. Após a remoção da camada de impermeabilização, foi realizado o seccionamento no plano vestibulo-lingual, sob refrigeração à água e mensuração da infiltração por cada corante. Os dados da infiltração foram avaliados estatisticamente. Os autores concluíram que o tempo de imersão de 168h revelou maior poder de resolução entre os corantes ou cimentos do que o de 24h. A fluoresceína a 2% e rodamina B a 1%, seguidos pelo azul de metileno a 2% e violeta genciana a 2%, apresentaram as maiores magnitudes de infiltração. O azul de metileno apresentou a menor variabilidade entre os grupos experimentais, e o Sealapex mostrou menor magnitude de infiltração do que o óxido de zinco e eugenol.

Starkey et al.⁸⁰ (1993) avaliaram o efeito da variação do pH do corante azul de metileno a 2% na infiltração apical. Oitenta e quatro raízes de dentes humanos extraídos foram tratadas

endodonticamente, obturadas, apicectomizadas e retrobturadas com amálgama ou material restaurador endodôntico provisório (Temporary Endodontic Restorative Material). As raízes foram imersas por sete dias em soluções corantes com pH controlado de 1, 2, 3, 5 ou 7 ou em solução de azul de metileno a 2% não tamponada em água deionizada. Os autores relataram que a observação mais impressionante foi a dissolução dos ápices radiculares expostos às soluções corantes com $\text{pH} \leq 5$, após a imersão dos espécimes nas várias soluções de azul de metileno a 2%. Os resultados demonstraram infiltração significativamente menor nos grupos do amálgama com pH de 1 e 2 devido a precipitação de cristais de fosfato de cálcio nos túbulos dentinários e na interface amálgama e preparo cavitário apical. Todos os outros grupos de amálgama e do material restaurador endodôntico provisório (TERM) não apresentaram diferenças que pudessem ser atribuídas ao pH. Os grupos retrobturados com o material restaurador endodôntico provisório apresentaram infiltração apical menor (estatisticamente significativa) em cada pH avaliado quando comparados com os grupos retrobturados com amálgama.

Al-Ghamdi & Wennberg³ (1994) realizaram uma revisão sobre métodos de microinfiltração de materiais endodônticos, discutindo sobre a possibilidade de inclusão de um programa de padronização para isso. Salientaram que a incompleta obturação do canal radicular é a maior causa de falhas no tratamento endodôntico. Os materiais de obturação, com capacidade de selar o canal radicular, são essenciais para o sucesso da terapia endodôntica. Entretanto, a avaliação da capacidade de selamento não está incluída nas especificações internacionais correntes sobre materiais obturadores. Muitos métodos são utilizados para avaliar a capacidade de selamento dos materiais endodônticos, consistindo, na sua maioria, na verificação da capacidade de penetração de um traçador ao longo das obturações dos canais radiculares. Os testes de infiltração têm pouca reprodutividade e ainda não estão normalizados ou padronizados;

com isso, acabam sendo obtidos e publicados resultados discordantes quanto à capacidade de selamento dos materiais testados.

Ahlberg et al.¹ (1995) compararam os valores da infiltração linear da solução aquosa de azul de metileno a 5% com os da tinta da Índia. Foram empregadas 125 raízes de dentes humanos extraídos, as quais foram instrumentadas por meio de uma técnica escalonada, e posteriormente obturadas pela técnica da condensação lateral com os seguintes cimentos endodônticos: Sealapex (quarenta raízes), Tubli-Seal (quarenta raízes) e Ketac-Endo (vinte raízes). As raízes remanescentes foram utilizadas como controle positivo (vinte raízes obturadas com guta-percha sem utilização de cimento) e controle negativo (cinco raízes totalmente seladas, inclusive os ápices, com esmalte para unhas). As raízes foram imersas em solução aquosa de azul de metileno a 5% ou em tinta da Índia durante sete dias, a 37°C e após esse período, seccionadas longitudinalmente para a avaliação da infiltração ocorrida ao longo da interface dente-material obturador. Os resultados mostraram que o corante azul de metileno penetrou mais que a tinta da Índia em todos os grupos avaliados. Esses resultados foram estatisticamente significantes, exceto para o grupo controle positivo. Os espécimes do grupo controle negativo não apresentaram infiltração. Os autores concluíram que o corante azul de metileno, que apresenta baixo peso molecular, penetrou mais profundamente ao longo da obturação dos canais do que a tinta da Índia, que apresenta partículas maiores.

Hamaoka & Moura³¹ (1996) avaliaram a permeabilidade dentinária radicular, analisando as variações da porcentagem de penetração dos corantes azul de metileno a 0,5%, rodamina B e tinta nanquim em relação aos terços cervical, médio e apical das raízes, utilizando um sistema de análise de imagens (DIRACOM 3). Foram utilizados trinta dentes humanos unirradiculares superiores extraídos por motivos diversos, os quais foram preparados e seccionados no sentido longitudinal. As sessenta hemisseções foram imersas em um dos três

corantes durante 24h. Após o término do período experimental, as hemisseções foram lavadas em água corrente para a remoção do excesso de corante e a infiltração ocorrida foi analisada para cada terço das raízes. Os resultados obtidos mostraram que a rodamina B foi o corante que penetrou mais em relação aos três terços das raízes, sendo a tinta nanquim considerada o pior corante. A penetração dos corantes foi maior na região cervical e menor na região apical. Não houve diferença estatisticamente significativa na porcentagem de penetração dentinária entre os corantes azul de metileno a 0,5% e a tinta nanquim nos terços médio e apical, como também quando analisados individualmente entre si.

Morgan & Baumgartner⁵⁸ (1997) compararam *in vitro* a capacidade da solução de azul de metileno (variando a concentração, o pH e o tempo de exposição) misturada ou não à solução de ácido cítrico a 50%, com a solução fisiológica (pH 5,0) ou a solução de ácido cítrico a 50% pH 1,4 na remoção da *smear layer* de ápices radiculares seccionados perpendicularmente em relação ao longo eixo do dente. Para tanto, utilizaram a solução de azul de metileno a 2% em intervalos de 5 a 11min e a solução de azul de metileno a 1% durante 7 a 9min. A solução salina e o ácido cítrico a 50% foram utilizados durante 2min e serviram como controle. Após a aplicação dos diversos agentes sobre a superfície dentinária apicectomizada de 86 raízes humanas previamente preparadas, a eficiência da remoção da *smear layer* foi avaliada em microscópio eletrônico de varredura. Os resultados mostraram que as soluções de azul de metileno a 1% ou 2% (independentemente do tempo de aplicação) foram ineficientes na remoção da *smear layer*. A mistura da solução de azul de metileno a 1% com a solução de ácido cítrico a 50% aplicada durante 2min, removeu completamente a *smear layer* em 75% das raízes. A aplicação da solução de ácido cítrico 50% por 3min causou acentuada desmineralização da dentina. Os autores concluíram que a remoção da *smear layer* foi pH dependente.

Katz et al.³⁸ (1998) analisaram a influência da posição do ápice radicular na infiltração de corante sob condições de vácuo (560mmHg). Foram utilizados 132 dentes unirradiculares extraídos, divididos aleatoriamente em quatro grupos: a) abertura apical voltada para cima e emprego de vácuo; b) abertura apical voltada para baixo e emprego de vácuo; c) raízes posicionadas horizontalmente e emprego de vácuo; d) raízes posicionadas horizontalmente sem emprego de vácuo - imersão passiva no corante. O corante utilizado foi a tinta da Índia por 72h. Os dentes foram preparados por uma técnica escalonada e obturados pela técnica da condensação lateral da guta-percha sem cimento. Não houve diferença significativa entre os grupos quando os dentes foram colocados na posição horizontal, em condições de imersão com vácuo ou imersão passiva. No grupo onde os ápices foram mantidos na posição vertical (para cima), a média de infiltração foi significativamente diferente da média de infiltração do grupo onde os dentes foram mantidos na posição horizontal sob condição de vácuo. Os dentes com ápices na posição vertical (para cima) permitiram a maior infiltração linear do corante (0,51mm), enquanto os grupos onde as raízes foram posicionadas horizontalmente (com e sem vácuo) mostraram os menores valores de infiltração (0,21mm e 0,19mm, respectivamente). Os resultados mostraram que a posição dos dentes tem um efeito significativo na penetração linear do corante sob condição de vácuo. Os autores enfatizaram a necessidade de padronização dos fatores que podem influenciar a metodologia dos estudos de infiltração.

Wu et al.⁹² (1998) avaliaram a estabilidade de cor da solução de azul de metileno a 1% em contato com seis diferentes materiais. Os autores preencheram tubos de silicone e raízes dentais humanas com 10mm de comprimento e 1,5mm de diâmetro com amálgama, hidróxido de cálcio, Cavit, Fujy II, agregado de trióxido mineral e óxido de zinco e eugenol. Foram preenchidos dez tubos ou raízes para cada material, e após o preenchimento, foram mantidos em umidade

100% por 48h. Dez raízes e dez tubos de silicone não foram preenchidos com os materiais e foram utilizados como controle. As raízes e os controles foram imersos em solução de azul de metileno a 1% (pH 7,0) em recipientes plásticos, em umidade 100% a 20°C. Foram realizadas análises em espectrofotômetro após 24, 48 e 72h de imersão. Os autores verificaram que a solução de azul de metileno a 1% foi descolorida com o tempo por todos os materiais, exceto para o Fujy II, tanto no grupo dos tubos de silicone como no grupo das raízes. Após 24h, a densidade óptica da solução de azul de metileno a 1% decresceu para 73% no grupo do hidróxido de cálcio e 84% no grupo do agregado de trióxido mineral. Concluíram que a solução de azul de metileno a 1% foi descolorida por alguns materiais, podendo ocasionar resultados não confiáveis nos testes de infiltração marginal de corantes.

Tamse et al.⁸¹ (1998) realizaram um estudo para avaliar e comparar a extensão da infiltração apical proporcionada por quatro corantes utilizando dois métodos de avaliação. Foram selecionados cento e vinte dentes unirradiculares extraídos, preparados por uma técnica escalonada e obturados por condensação lateral de guta-percha e cimento. Os espécimes foram divididos aleatoriamente em seis grupos e imediatamente imersos em corante por 72h, utilizando vácuo (620mmHg) durante 30min a 40°C. Os dentes foram imersos em eosina a 1%, azul de metileno a 1%, tinta da Índia e *Procion Brilliant Blue*. Os espécimes imersos em tinta da Índia e *Procion Brilliant Blue* também foram avaliados pelo processo de diafanização. A penetração do corante foi avaliada em estereomicroscópio após a secção transversal dos espécimes (com 0,7mm de espessura). Foi observada diferença estatisticamente significativa entre os dois métodos de avaliação (secção transversal das raízes ou diafanização) nos grupos da tinta da Índia e *Procion Brilliant Blue*. Nos grupos onde os dentes foram seccionados transversalmente, não foi observada diferença estatisticamente significativa na quantidade de infiltração entre os quatro corantes. Não houve diferença

estatisticamente significante entre a tinta da Índia e *Procion Brilliant Blue* utilizando a técnica de diafanização. Os autores concluíram que o métodos de avaliação (por secção transversal das raízes ou diafanização) ocasionaram as principais diferenças entre os resultados.

Youngson et al.⁹⁸ (1998) estudaram *in vitro* a capacidade de penetração e difusão de diferentes corantes na dentina humana. Os corantes selecionados foram a eosina a 5%, azul de metileno a 2%, nitrato de prata a 50% e tinta da Índia, tamponados em pH que variava de 6,9 a 7,2 ou não tamponados. A solução de tinta da Índia também foi investigada em relação à variação do tamanho das partículas. As partículas variaram de <1µm a 600µm. As soluções corantes tamponadas ou não foram aplicadas em preparos cavitários de 42 pré-molares, após a remoção da *smear layer*, por 1h. Após o seccionamento dos espécimes longitudinalmente com ou sem refrigeração de água, a penetração através dos túbulos dentinários pelo traçador resultou em uma área de dentina corada que foi mensurada. Não foram verificadas diferenças estatísticas entre as soluções corantes (tamponadas ou não) quanto a penetração dentinária. O seccionamento dos espécimes utilizando a refrigeração com água não exerceu efeito significativo na difusão do corante nos túbulos dentinários. Os autores também verificaram que a tinta da Índia apresenta partículas com tamanho adequado para a realização dos testes de microinfiltração.

Kontakiotis et al.⁴¹ (2001) avaliaram a penetração do corante azul de metileno a 2% em espaços vazios (secos ou preenchidos com água) presentes nas obturações endodônticas. Foram preparados e obturados oitenta canais radiculares de dentes humanos extraídos. A infiltração ao longo das obturações foi medida por um método de transporte de fluido e classificada em três categorias: grande infiltração, pequena infiltração e nenhuma infiltração. Os espécimes que apresentaram pequena infiltração ou nenhuma infiltração foram imersos em azul de metileno a 2% durante 24h (Grupo I). Os espécimes que

apresentaram grande infiltração, tiveram suas falhas (*gaps*) preenchidas com água e foram divididos aleatoriamente em dois grupos (grupos II e III). A água foi removida dos espaços vazios apenas nos espécimes do grupo III. Todos os espécimes dos grupos II e III também foram imersos em azul de metileno a 2% durante 24h. Cada espécime foi seccionado longitudinalmente e a penetração linear do corante foi analisada. Os resultados mostraram que o corante penetrou mais nos espécimes do grupo III (onde os espaços vazios estavam secos) do que nos espécimes do grupo II (espaços vazios preenchidos com água). Não houve diferenças entre os grupos I e II. Os autores concluíram que o azul de metileno a 2% penetrou mais facilmente nos espaços vazios secos do que nos espaços preenchidos com água.

Oliver & Abbott⁶² (2001) realizaram um estudo para avaliar a correlação entre a penetração apical de corante e o desempenho clínico dos tratamentos endodônticos. A penetração apical de corante em 116 raízes de dentes humanos, tratados endodonticamente pelo menos seis meses antes da extração, foi avaliada utilizando vácuo e medindo a extensão da penetração do corante azul de metileno a 2% durante sete dias. Os tratamentos endodônticos foram classificados como sucesso ou insucesso clínico e os resultados destes grupos foram comparados estatisticamente. Foram utilizados controles positivo e negativo para testar o sistema experimental. A penetração do corante ocorreu de forma mais acentuada nos casos considerados insucessos. No total, o corante penetrou em 99,5% dos espécimes, indicando que a presença do corante nos canais é um indicador pobre em relação ao sucesso da técnica ou do material. Contudo, a extensão da penetração do corante pode estar relacionada com os resultados clínicos. Os resultados do tratamento não podem ser previstos a partir de resultados dos estudos de infiltração por corante.

Öztan et al.⁶⁴ (2001) avaliaram o efeito de vários cimentos endodônticos nas soluções de azul de metileno a 1% e 2% e na tinta da

Índia utilizando espectrofotometria. Cento e doze espécimes foram utilizados neste estudo. Cento e cinco tubos plásticos foram preenchidos com Sealapex, Endomethasone, Sultan, AH Plus ou Ketac Endo. Vinte e um tubos plásticos foram utilizados para cada grupo. Sete tubos plásticos não foram preenchidos e serviram como controle. Sete espécimes foram retirados aleatoriamente de cada grupo e imersos em 0,8ml de azul de metileno a 1%, azul de metileno a 2% ou tinta da Índia. A densidade óptica destas soluções foi medida em espectrofotômetro no comprimento de onda de 416nm após 0, 24, 48 e 72h de imersão. A densidade óptica das soluções foi estável para o grupo controle. Os valores da densidade óptica para a solução de azul de metileno a 1% foram aumentados nos grupos do Sealapex e Sultan. Os valores da densidade óptica para a solução de azul de metileno a 2% também foram aumentados nos grupos do Sealapex e AH Plus. Os valores da densidade óptica diminuíram em todos os grupos da tinta da Índia. A análise dos dados da densidade óptica para cada material, nos diferentes períodos de avaliação, foi realizada estatisticamente utilizando-se a ANOVA, com nível de significância de 5%. Nos estudos de infiltração por corante, a tinta da Índia, comparada com o azul de metileno, pode ser considerada como o traçador mais confiável, não promovendo a dissolução dos cimentos endodônticos quando em contato com ela.

Pommel et al.⁶⁸ (2001) realizaram um estudo para comparar três métodos de avaliação do selamento apical. Trinta e seis dentes foram preparados e obturados de acordo com três métodos: Thermafil (n=12), condensação vertical aquecida (n=12) e a técnica do cone único (n=12). O selamento apical foi avaliado por três métodos utilizados sucessivamente no mesmo dente: o método de filtração de fluido, o método eletroquímico e o estudo da penetração do corante azul de metileno a 1% durante 24h. Os três métodos de avaliação não classificaram a infiltração apical na mesma ordem. O método de filtração de fluido mostrou que a técnica da condensação vertical foi superior ao

Thermafil, que por sua vez, foi superior à técnica do cone único. O estudo da penetração pelo corante mostrou que a técnica do Thermafil foi melhor que a da condensação vertical e a do cone único. O método eletroquímico não mostrou diferenças estatísticas entre as três técnicas de obturação. Não houve correlação entre os resultados obtidos pelos três métodos de avaliação. Este trabalho mostrou que muitos estudos são necessários antes de se comparar o selamento apical obtido por várias técnicas de obturação.

Martell & Chandler⁵⁴ (2002) compararam *in vitro* dois métodos de avaliação do selamento apical (passagem de corrente elétrica ou penetração de corante). Para tanto, 33 dentes humanos extraídos foram instrumentados (técnica escalonada), obturados com guta-percha e cimento, apicectomizados e os preparos apicais foram confeccionados com ultra-som. A seguir, os dentes foram aleatoriamente divididos em três grupos (dez espécimes cada), a fim de serem retrobturados com MTA, Super EBA ou IRM, sendo mantidos em sangue de cavalo a 37°C / 24h, antes das avaliações da microinfiltração. O teste da passagem de corrente elétrica foi realizado durante setenta dias, mostrando que as retrobturações realizadas com MTA apresentaram os menores índices de infiltração, seguidas pelas realizadas com Super EBA e IRM, respectivamente. Posteriormente, os dentes foram imersos em azul de metileno a 1% durante 72h e seccionados verticalmente, para que a infiltração fosse avaliada. Em ambos os testes, o MTA infiltrou menos que o IRM e Super EBA. Os autores concluíram que existiu correlação entre os dois métodos de avaliação do selamento marginal.

Souza et al.⁷⁷ (2004) fizeram um estudo para comparar os níveis de infiltração apical determinados pelos corantes azul de metileno a 2% e Rodamina B a 2% em canais radiculares obturados com os cimentos Endofill, Sealer 26, AH Plus, Sealapex, Endo REZ e um cimento à base de polímero de mamona (Polifil). Foram preparadas e obturadas 176 raízes, sendo posteriormente divididas de acordo com o cimento

utilizado e a solução corante. Oito raízes foram utilizadas como controle. Após a impermeabilização, as raízes foram submetidas à infiltração em ambiente de vácuo por 24h. Os autores verificaram que a solução de azul de metileno determinou menores níveis de infiltração que a solução de Rodamina B nos cimentos Endofill, Sealer 26 e Sealapex, sugerindo que a solução de azul de metileno é desmarcada quando em contato com cimentos à base de zinco, óxido (hidróxido) de cálcio. Não houve diferenças entre os corantes azul de metileno e Rodamina B nos cimentos AH Plus, Endo REZ e Polifil. Em relação a capacidade seladora, o cimento Endo REZ apresentou os maiores níveis de infiltração em ambas as soluções, os cimentos Endofill, Sealer 26, Sealapex e AH Plus apresentaram resultados estatisticamente semelhantes quando utilizado o corante Rodamina B e o cimento Polifil apresentou o melhor selamento apical.

2.2 Cimentos endodônticos

Leal et al.⁴³ (1987) estudaram *in vitro* o efeito do momento de imersão na solução corante (imediate ou trinta dias após a obturação) e do tipo cimento endodôntico utilizado (Sealapex, AH 26 - silver free e Fill Canal) no selamento apical de noventa incisivos centrais superiores com canais obturados, frente a infiltração da rodamina B a 0,2%. Após o preparo biomecânico e obturação dos canais radiculares através da técnica da condensação lateral, as câmaras pulpares foram seladas. A impermeabilização dos espécimes foi realizada com cera nas coroas e esmalte para unhas na superfície radicular com exceção do forame apical. Três grupos experimentais (G1, G2 e G3) com 15 espécimes cada foram

imersos imediatamente no corante enquanto os espécimes dos grupos G4, G5 e G6 foram imersos no corante após trinta dias de armazenamento em soro fisiológico a 37°C. Após o período de imersão na solução corante (sete dias), os espécimes foram lavados em água por 24h e, removida a camada impermeabilizante, foi realizado o seccionamento longitudinal dos mesmos. A avaliação da penetração linear do corante foi realizada no sentido ápice-coroa utilizando-se um perfilômetro (Profile Projector – Nikon). Os resultados foram analisados estatisticamente e mostraram que os espécimes obturados com Sealapex e AH 26 – silver free apresentaram os menores valores de infiltração marginal por corante, enquanto os obturados com Fill Canal os maiores. Os autores verificaram também que o tempo de armazenagem teve influência significativa na infiltração pelo corante.

Rothier et al.⁷¹ (1987) selecionaram 64 dentes unirradiculares humanos extraídos e realizaram o preparo biomecânico dos canais radiculares. A irrigação foi realizada com solução de hipoclorito de sódio a 1%. Após a instrumentação, os dentes foram divididos em quatro grupos experimentais com 15 dentes cada e dois grupos controle com dois dentes cada. Os grupos 1 (Calciobiotic), 2 (Sealapex), 3 (Kerr Pulp Canal Sealer) e 4 (Proco-Sol) foram obturados pela técnica da condensação lateral e cone principal de guta-percha, e após o corte do excesso da guta-percha com instrumento aquecido, o acesso coronário foi selado com cimento de fosfato de zinco. Após a impermeabilização dos espécimes com esmalte para unhas até 2mm aquém do forame apical, os espécimes foram imersos em solução de rodamina B a 0,2% a 37°C por sete dias. A avaliação linear da infiltração por corante entre os grupos experimentais foi realizada estatisticamente empregando-se a análise de variância e o teste de Duncan, com nível de significância de 5%. Os espécimes obturados com os cimentos endodônticos Calciobiotic (1,102mm), Sealapex (1,282mm) e Kerr Pulp Canal Sealer (1,317mm)

promoveram selamento apical significativamente melhor que os obturados com o Proco-Sol (1,987mm).

Holland et al.³⁴ (1991) realizaram um estudo para avaliar e comparar a infiltração de vários cimentos endodônticos após a obturação. Foram utilizados cento e sessenta dentes humanos unirradiculares extraídos, preparados e obturados com quatro cimentos à base de hidróxido de cálcio (Sealapex, CRCS, New B2 e um cimento experimental), três cimentos à base de óxido de zinco e eugenol (o próprio óxido de zinco e eugenol, Fill Canal, Pulp Canal Sealer) e um cimento à base de resina epóxica (AH 26). Com a finalidade de avaliar a infiltração marginal ocorrida, os espécimes foram imersos em solução de azul de metileno a 2% por 12h, em ambiente de vácuo de 0,002mmHg, após 24h ou 75 dias das obturações dos canais radiculares. Os autores verificaram que a infiltração marginal aos 75 dias foi maior que a observada em 24h para todos os cimentos obturadores avaliados. Os cimentos à base de hidróxido de cálcio e resina epóxica promoveram melhor selamento marginal quando comparados aos cimentos à base de óxido de zinco e eugenol.

Limkangwalmongkol et al.⁴⁹ (1992) compararam o nível de penetração apical de corante quando diferentes cimentos foram utilizados. Foram preparados cinquenta dentes unirradiculares, sendo divididos aleatoriamente em cinco grupos de dez. No grupo controle, os dentes foram obturados com guta-percha sem cimento, e nos demais grupos, foram obturados com guta-percha e Apexit, Sealapex, Tubli-Seal e AH 26. Após o armazenamento em 100% de umidade a 37°C durante 48h, as raízes foram impermeabilizadas com esmalte para unhas, imersas em solução de azul de metileno a 2% (pH 7,0) e centrifugadas por 3min. Os valores de infiltração observados foram: AH 26 - 0,48mm; Apexit - 1,33mm; Sealapex - 4,59mm; Tubli-Seal - 5,58mm e guta-percha (controle) - 7,99mm. A análise estatística mostrou que houve diferença significativa entre todos os grupos, exceto entre o Sealapex e o Tubli-Seal.

Siqueira Júnior & Garcia Filho⁷⁶ (1994) avaliaram o selamento apical proporcionado por três cimentos endodônticos à base de hidróxido de cálcio (Sealapex, Sealer 26, CRCS – Calciobiotic Root Canal Sealer), utilizando-se da verificação do grau de infiltração da solução corante azul de metileno a 2% durante sete dias a 37°C. Apesar do cimento Sealer 26 ter apresentado a menor média de infiltração, não houve diferença estatisticamente significativa entre os três grupos testados.

Bonetti Filho et al.⁹ (1995) analisaram a capacidade seladora de três cimentos obturadores através da infiltração do corante azul de metileno a 2%. Trinta e nove incisivos centrais superiores humanos extraídos foram instrumentados e obturados com os cimentos Fillcanal, Ketac Endo e Sealer 26 para análise comparativa da capacidade seladora destes materiais. Os dentes foram impermeabilizados com duas camadas de esmalte e uma camada de cera, permanecendo imersos no corante azul de metileno a 2% durante 24h. Através das infiltrações e da análise estatística, os autores concluíram que o cimento Sealer 26 apresentou melhor capacidade seladora, com uma infiltração média de 0,51mm, seguido do cimento Fillcanal com 1,45mm e do cimento Ketac Endo com 3,55mm de infiltração.

Fidel et al.²¹ (1995) estudaram as alterações dimensionais de alguns cimentos obturadores de canais radiculares que continham hidróxido de cálcio em suas fórmulas: Sealer 26, CRCS, PR-Sealer (experimental), Apexit e Sealapex. Os autores verificaram que o Sealapex não resistiu ao experimento, desintegrando-se. Todos os cimentos sofreram ligeira expansão, com os maiores índices sendo encontrados com o PR-Sealer e os menores com o Sealer 26.

Fidel et al.²² (1995) estudaram o pH de alguns cimentos endodônticos que contêm hidróxido de cálcio em suas composições, no momento de sua espatulação até uma semana após, quando imersos em meio aquoso. Os cimentos avaliados foram o Sealer 26, CRCS, Sealapex

e Apexit. Após espatulados, mediu-se imediatamente o pH colocando-se 2g do cimento em um tubo de ensaio contendo 9ml de água destilada e deionizada. Então, centrifugou-se e efetuou-se a medida. Posteriormente, foram confeccionados corpos de prova circulares com 20mm de diâmetro interno e 1,5mm de espessura, que foram mantidos em ambiente a 37⁰C e 95% de umidade relativa até seu completo endurecimento. Os mesmos foram posicionados no interior de recipientes de vidro contendo 50ml de água destilada e deionizada, com um valor de pH de 6,3. Decorridas 3h, fazia-se a primeira medição de pH, tomando-se medidas subseqüentes a cada 24h durante uma semana. Foi realizada a medição em dois corpos de prova para cada cimento, dos quais obteve-se a média aritmética. Todos os cimentos testados apresentaram pH alcalino, sendo que o Sealapex apresentou o pH mais elevado no momento da espatulação. O Sealapex e o Sealer 26 apresentaram decréscimo de seus valores de pH ao decorrer do tempo, enquanto o CRCS e o Apexit apresentaram seus valores entre 10 e 11,2 durante todo o tempo do experimento.

Fidel et al.²³ (1995) avaliaram o tempo de endurecimento de alguns cimentos endodônticos que contêm hidróxido de cálcio em suas fórmulas: Apexit, Sealapex, CRCS e Sealer 26. Os autores produziram moldes de aço inoxidável, cilíndricos, com diâmetro interno igual a 10mm e espessura de 2mm. O molde era fixado em sua face externa à uma placa de vidro com 1mm de espessura, 25mm de largura e 75mm de comprimento com auxílio de cera utilidade. Os cimentos foram submetidos a uma agulha do tipo Gillmore de 100g e ponta ativa de 2mm abaixada verticalmente sobre a superfície horizontal do material. O procedimento foi repetido regularmente em intervalos de 60s até que a agulha não provocasse mais marcas no cimento que estava sendo estudado. O cimento CRCS evidenciou um tempo de endurecimento de 23min; o Apexit, 1h e 30min; o Sealer 26, 41h e 22min e o Sealapex, 45h e 34min.

Holland et al.³⁵ (1996) analisaram o selamento marginal obtido após a obturação endodôntica com quatro cimentos obturadores à

base de hidróxido de cálcio. Foram preparados cinquenta dentes humanos unirradiculares recentemente extraídos e obturados pela técnica da condensação lateral com Sealapex, CRCS, Apexit, Sealer 26 e, como controle, um cimento de óxido de zinco e eugenol. Todos os dentes permaneceram com seus ápices mergulhados em água por 24h, sendo posteriormente imersos em solução de azul de metileno a 2%, em ambiente com vácuo de 0,002mmHg. Decorridas 12h, os espécimes foram lavados, secos e seccionados no sentido longitudinal para avaliação da infiltração marginal. Os autores concluíram que os cimentos à base de hidróxido de cálcio exibiram melhor vedamento do canal radicular que o cimento de óxido de zinco e eugenol. Dentre os cimentos à base de hidróxido de cálcio, o Sealapex, o Apexit e o Sealer 26 exibiram resultados semelhantes entre si e menor infiltração do que o CRCS.

Tanomaru Filho et al.⁸² (1996) avaliaram dois cimentos endodônticos à base de hidróxido de cálcio (Sealapex e Sealer 26) quanto à capacidade de selamento apical, tendo como controle o cimento de óxido de zinco e eugenol. Trinta caninos humanos foram obturados com os materiais em questão e imersos em solução aquosa de azul de metileno a 2% por sete dias. Após este período os dentes foram seccionados e analisados microscopicamente. Os resultados apontaram o Sealer 26 como o melhor cimento quanto a esta propriedade física, sendo que a diferença foi estatisticamente significativa quando comparado com os outros cimentos estudados.

Antonio & Moura⁵ (1997) analisaram, *in vitro*, o selamento marginal apical de obturações realizadas com cones de guta-percha associados a quatro tipos de cimentos: N-Rickert, AH 26, Sealapex e Ketac Endo. Foram selecionados 95 incisivos centrais superiores extraídos, os quais foram preparados e obturados com um dos respectivos cimentos. Foram mantidos 15 dentes como controle. Os espécimes foram impermeabilizados externamente e a seguir, foram imersos em solução de azul de metileno a 0,5%, pH 7,2, durante 72h a

37°C em estufa. Os resultados não mostraram diferenças significantes entre os cimentos, embora o grupo do cimento Ketac Endo tenha revelado maior nível significativo de infiltração de corante quando comparado com os outros três cimentos. As menores médias de infiltração foram observadas no grupo do cimento N-Rickert.

Oliver & Abbott ⁶¹ (1998) compararam a infiltração coronária e apical de obturações endodônticas realizadas com guta-percha e os cimentos Ketac Endo e AH 26. Vinte e oito dentes tiveram suas coroas removidas, os canais preparados e divididos em dois grupos de 12 dentes cada e um grupo controle de quatro dentes. Os canais dos grupos experimentais foram obturados pela técnica da condensação lateral com cones de guta-percha e os cimentos em estudo. O grupo Ketac Endo teve 3mm de sua obturação removida e o espaço foi preenchido apenas com o cimento obturador (Ketac Endo). Após o endurecimento do material, os dentes foram impermeabilizados externamente, exceto o forame apical e a abertura de acesso. Os dentes controle positivo não foram obturados e foram impermeabilizados externamente de forma semelhante aos grupos experimentais. O grupo controle negativo foi selado apicalmente e coronalmente. Os espécimes foram imersos em solução de azul de metileno a 2% sob ambiente de vácuo. A avaliação da infiltração mostrou os seguintes valores médios: Ketac Endo, 1,08mm apicalmente e 6,29mm coronalmente; AH 26, 0,75mm apicalmente e 6,67mm coronalmente. Os autores verificaram que o selamento apical é significativamente melhor que o coronário.

Carneiro & Barbosa¹⁴ (1998) realizaram um trabalho com o objetivo de avaliar o pH de oito cimentos endodônticos comumente utilizados na clínica endodôntica. Os cimentos (Fillcanal, Sealer 26, AH 26, N-Rickert, Endomethasone, Rickert-sp, CRCS e Pasta FS) foram espatulados e os corpos de prova obtidos foram divididos em três grupos, conforme o tempo de presa. Antes de colocar o cimento na água destilada, o pH da solução foi analisado em pHmetro. Durante 15 dias, a

avaliação do pH foi realizada analisando as alterações que o cimento produzia em meio aquoso. Os resultados mostraram que os cimentos sofreram desintegração e dissolução em meio aquoso, alterando o pH do meio. Sealer 26, CRCS, Fillcanal e AH 26 foram os mais alcalinos.

Tanomaru Filho et al.⁸³ (1998) avaliaram a capacidade de selamento apical de diferentes cimentos endodônticos. Trinta caninos humanos extraídos tiveram seus canais radiculares obturados. Após a secção da porção apical, foram preparadas cavidades retrógradas, preenchidas com cimento de Óxido de Zinco e Eugenol (OZE), Sealer 26 ou Sealapex acrescido de óxido de zinco. Em seguida, foram imersos em solução tamponada de azul de metileno a 2% por 48h, em ambiente com vácuo. Decorrido esse período, as raízes foram seccionadas e a infiltração analisada. Os resultados obtidos mostraram que o Sealer 26 e o Sealapex acrescido de óxido de zinco apresentaram melhor capacidade de selamento em relação ao OZE.

Lussi et al.⁵¹ (1999) verificaram o comportamento dos cimentos à base de resina epóxica AH Plus e AH 26 e dos cimentos Apexit e Pulp Canal Sealer quanto ao selamento apical empregando técnicas não convencionais de limpeza e obturação dos canais radiculares. Os autores selecionaram 96 dentes, que foram divididos em oito grupos, sendo quatro preparados manualmente e dilatados até a lima tipo K número 50, tendo como solução irrigadora o hipoclorito de sódio 5,25% (soda clorada). Nos outros quatro grupos, empregaram um método novo de pressão com o mesmo agente irrigante para a limpeza dos canais radiculares. No primeiro grupo, após a instrumentação manual dos canais radiculares, os mesmos foram obturados com os respectivos materiais, utilizando a técnica da condensação lateral ativa da guta-percha. O segundo grupo, onde os canais foram preparados pelo novo método, também foram obturados por nova técnica, ou seja, apenas um único cone de guta-percha foi utilizado e cada cimento foi injetado no canal radicular por meio de vácuo. Os resultados mostraram que os menores

valores de infiltração foram registrados nos canais que receberam as novas técnicas, sendo estes valores significativamente menores que aqueles cujos canais foram preparados pelas técnicas convencionais. Os cimentos à base de resina epóxica (AH Plus e AH 26) apresentaram o mesmo quadro em ambas situações, com comportamentos semelhantes entre si. O cimento Apexit equiparou-se aos cimentos resinosos nas técnicas convencionais, apresentando maior efetividade do que os demais nas técnicas não convencionais.

Tanomaru Filho et al.⁸⁴ (1999) empregaram, *in vitro*, o cimento Sealer 26 e o AH Plus acrescido de óxido de zinco em retrobturações, e compararam a capacidade de selamento destes cimentos com o cimento de óxido de zinco e eugenol (OZE). Foram selecionados trinta dentes humanos (caninos) recém extraídos, os quais foram instrumentados e obturados. Após apicectomia e preparo das cavidades retrógradadas, foram inseridos os cimentos testados e as raízes foram imersas em solução de azul de metileno a 2%, pelo período de 48h, em ambiente de vácuo. A seguir, as raízes foram seccionadas longitudinalmente para análise da infiltração do corante. Entre os cimentos Sealer 26 e AH Plus não houve diferença estatística significativa no selamento apical, tendo ocorrido diferença dos mesmos quando comparados ao cimento de óxido de zinco e eugenol, que apresentou resultados piores com relação ao selamento apical.

Almeida et al.⁴ (2000) avaliaram, *in vitro*, a capacidade de selamento apical de três cimentos endodônticos, em dentes extraídos, utilizando penetração de corantes. Os canais radiculares de 99 incisivos centrais superiores humanos foram preparados e obturados pela técnica da condensação lateral ativa da guta-percha com um dos seguintes cimentos: cimento à base de óxido de zinco e eugenol (Fillcanal); cimento à base de ionômero de vidro (Ketac-Endo) e cimento à base de resina epóxica (AH Plus). Os dentes foram impermeabilizados no limite de 1mm aquém do forame apical e imersos em solução de azul de metileno a 2%,

sob vácuo, por 24h. Após esse período, os dentes foram seccionados longitudinalmente e a infiltração apical analisada. A avaliação estatística dos resultados mostrou diferenças não significativas na infiltração entre o Fillcanal e o Ketac-Endo. A infiltração observada com o AH Plus foi significativamente menor que os outros cimentos. Os autores concluíram que os três cimentos endodônticos permitiram alguma infiltração, contudo, a infiltração com o AH Plus foi significativamente diferente e menor que o Fillcanal e Ketac-Endo.

Duarte et al.¹⁸ (2000) avaliaram o pH e a liberação de íons cálcio de três cimentos endodônticos (Sealapex, Sealer 26 e Apexit) nos períodos de 24h, 48h, sete e trinta dias após a espatulação. Após a manipulação dos cimentos, os mesmos foram inseridos em tubos (com 1cm de comprimento e 4mm de diâmetro) e imersos em um recipiente de vidro contendo 10ml de água deionizada. Os espécimes foram selados hermeticamente e mantidos a 37° C. Os tubos foram removidos em cada período de análise e a água na qual os espécimes estavam imersos foi analisada. Após 48h de imersão, o cimento Sealapex proporcionou um pH alcalino e liberou uma quantidade significativamente maior de cálcio quando comparado com os outros dois cimentos. Esses resultados foram ainda mais pronunciados após trinta dias. Os autores concluíram que o cimento Sealapex apresentou a maior liberação de íons cálcio e hidroxila, especialmente após longos períodos de imersão, enquanto o cimento Sealer 26 mostrou a maior liberação durante os períodos iniciais. O cimento Apexit apresentou os resultados menos satisfatórios.

Orstavik et al.⁶³ (2001) analisaram as alterações dimensionais de 11 cimentos endodônticos após armazenamento em água. Os cimentos avaliados foram Proco-Sol, Cimento de Grossman, Pulp Canal Sealer, Tubli-Seal, AH 26, AH 26 silver free, AH Plus, Apexit, Sealapex, Ketac Endo e Roeko Seal. Não foi possível avaliar o cimento Sealapex porque o material sofreu desintegração. Os demais cimentos foram avaliados por um período de 48 semanas. Para a maioria dos

materiais, as maiores alterações dimensionais foram verificadas nas primeiras quatro semanas. Os cimentos à base de óxido de zinco e eugenol (Tubli-Seal, Pulp Canal Sealer e Cimento de Grossman) apresentaram contração que variou de 0,3% (Tubli-Seal) a 1% (Pulp Canal Sealer), enquanto um dos cimentos (Proco-Sol) mostrou expansão de 4,5% após quatro semanas e até 6% durante o armazenamento subsequente. Os cimentos AH 26 e AH 26 silver free apresentaram uma grande expansão inicial (4-5%) mas permaneceram estáveis posteriormente. O cimento AH Plus apresentou expansão de 0,4% após quatro semanas até 1,2% nos períodos posteriores. O cimento Apexit apresentou uma pequena contração após quatro semanas (0,2%). O cimento Roeko Seal expandiu 0,2% em quatro semanas, mas se manteve estável posteriormente.

Camps & Pashley¹² (2003) realizaram um estudo com o objetivo de comparar o método clássico de penetração pelo corante com o método por subtração de corante, utilizando o método de filtração de fluido como controle. Quarenta dentes foram preparados e divididos em quatro grupos (dez por grupo) de acordo com o cimento utilizado para a condensação lateral: Pulp Canal Sealer, Sealapex, AH Plus e Ketac-Endo. O selamento apical foi avaliado no mesmo dente pelos três métodos, sucessivamente: o método de filtração de fluido, o método de penetração pelo corante azul de metileno a 2% e um novo método onde as raízes foram dissolvidas em ácido nítrico 65% para se extrair o azul de metileno antes da leitura da absorbância da solução. O método clássico da penetração pelo corante não mostrou diferenças entre os cimentos e não apresentou correlação com as outras técnicas. O método de filtração de fluido e o método por subtração do corante mostraram que o Sealapex apresentou a maior infiltração apical. A correlação entre os resultados obtidos com estes dois métodos foi significativa. Este trabalho mostrou a limitação dos estudos clássicos de penetração por corante e que o método de subtração do corante apresentou os mesmos resultados que o

método de filtração de fluido, porém reduzindo o tempo de permanência no laboratório.

Pommel et al.⁶⁹ (2003) estudaram a infiltração apical de quatro cimentos endodônticos: Sealapex, Pulp Canal Sealer, AH 26 e Ketac Endo. Foram instrumentados 48 incisivos centrais superiores e obturados com um dos respectivos cimentos endodônticos. A infiltração apical foi avaliada utilizando um método de filtração de fluido. Os maiores valores de infiltração foram verificados no grupo do Sealapex. Não houve diferença estatisticamente significativa entre o AH 26, Pulp Canal Sealer e Ketac Endo.

Schäfer & Zandbiglari⁷⁴ (2003) avaliaram a solubilidade de vários cimentos endodônticos em água ou saliva artificial. Os cimentos utilizados foram: AH 26, AH Plus, RSA Roeko Seal, Apexit, Sealapex, Aptal-Harz, Ketac Endo e Diaket. Os espécimes foram imersos em água bi-destilada ou saliva artificial com diferentes valores de pH (7,0, 5,7 e 4,5) durante 30s, 1min, 2min, 5min, 10min, 1h, 2h, 10h, 24h, 48h, 72h, 14 dias e 28 dias. A média da perda de peso foi determinada e analisada estatisticamente. Os resultados mostraram que a maioria dos cimentos teve baixa solubilidade, entretanto o Sealapex, Aptal-Harz e Ketac Endo mostraram grande perda de peso em água e em saliva artificial. Após 28 dias de armazenamento em água, os cimentos AH 26, AH Plus, RSA Roeko Seal e Diaket mostraram menos de 3% de perda de peso. Em períodos maiores que 14 dias, o Sealapex mostrou a maior perda de peso quando comparado aos outros cimentos. Os cimentos Aptal-Harz e Ketac Endo foram significativamente mais solúveis em saliva artificial (pH 4,5) do que em água. Os resultados mostraram que o AH Plus apresentou a menor perda de peso entre todos os cimentos testados, independentemente do meio de imersão utilizado (saliva artificial ou água).

Mello et al.⁵⁷ (2004) avaliaram a capacidade seladora de quatro cimentos obturadores após a remoção da *smear layer* com

irrigação com EDTA-T a 17% ou irradiação com laser Er:YAG. Os autores utilizaram 46 dentes humanos, nos quais a *smear layer* foi removida por irrigação com EDTA-T ou laser. Os canais radiculares foram obturados com Sealapex, Ketac Endo, AH Plus e N-Rickert. Os espécimes foram imersos em solução de azul de metileno a 0,5%, pH 7,2 durante 48h. Os resultados mostraram que o método de remoção da *smear layer* não interferiu no selamento apical. Quanto aos cimentos testados, o AH Plus e o N-Rickert permitiram menor infiltração do corante quando comparados aos cimentos Sealapex e Ketac Endo.

Duarte et al.¹⁷ (2004) determinaram o pH e a liberação de íons cálcio apresentados pelo cimento AH Plus puro ou associado ao hidróxido de cálcio. Para isto, os autores manipularam o cimento AH Plus puro (em sua fórmula original) ou associado a 5 e 10% de hidróxido de cálcio durante a espatulação. Os cimentos foram inseridos em quarenta tubos com 1cm de comprimento e 1,5mm de diâmetro e imersos em 20ml de água deionizada. O cimento de óxido de zinco e eugenol foi utilizado como controle. Foram removidos 4ml da água deionizada após 24h, 48h, sete, 14, e trinta dias após a imersão dos cimentos. Os resultados obtidos após cada período de análise foram comparados estatisticamente. Os autores observaram um pH mais alcalino no cimento AH Plus associado ao hidróxido de cálcio do que no cimento puro, com diferenças estatisticamente significativas após 14 e trinta dias. Os resultados quanto à liberação de íons cálcio não mostraram diferenças significativas entre o AH Plus puro e o cimento de OZE. A comparação entre o cimento AH Plus contendo 5% de hidróxido de cálcio com o cimento AH Plus puro e o cimento de OZE mostrou diferenças significativas em todos os períodos de avaliação. Os autores concluíram que a adição de 5 ou 10% de hidróxido de cálcio ao cimento AH Plus proporcionou um pH mais alcalino e maior liberação de cálcio.

3 PROPOSIÇÃO

Considerando os estudos sobre as soluções corantes utilizadas nos trabalhos de infiltração marginal e os cimentos endodônticos, propomo-nos a avaliar *in vitro*:

- o pH e a densidade óptica das soluções de azul de metileno a 1% e 2% (tamponadas e não tamponadas) após a imersão de três cimentos endodônticos em diferentes períodos de tempo (0, 24, 48 e 72h).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Material

4.1.1 Corantes e reagentes

As soluções corantes utilizadas neste experimento foram preparadas com os reagentes listados nos Quadros 1 e 2 e na Figura 1.

Quadro 1 – Dados técnicos do reagente empregado para o preparo das soluções corantes

REAGENTE	FÓRMULA	LOTE	VALIDADE	FABRICANTE
Azul de metileno	$C_{16}H_{18}N_3SCl \cdot 3H_2O$ P.M. = 373,90	71380	Abril de 2009	Synth, Labsynth Produtos para Laboratório, Diadema, São Paulo, Brasil

Quadro 2 – Dados técnicos dos reagentes empregados para o preparo da solução tampão de fosfato em pH 7

REAGENTE	FÓRMULA	LOTE	VALIDADE	FABRICANTE
Fosfato de sódio monobásico monohidratado	$\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ P.M. = 137,99	327/ A760846	Dezembro de 2005	Merck, Darmstadt, Germany
Fosfato de sódio dibásico heptahidratado	$\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ P.M. = 268,07	64903	Agosto de 2007	Synth, Labsynth Produtos para Laboratório, Diadema, São Paulo, Brasil

FIGURA 1 – Reagente empregado para o preparo das soluções corantes de azul de metileno.

4.1.2 Cimentos endodônticos

Foram utilizados três cimentos endodônticos, listados no Quadro 3.

Quadro 3 – Dados técnicos dos cimentos endodônticos

MATERIAL	Nome comercial	LOTE	VALIDADE	FABRICANTE
Cimento endodôntico à base de óxido de zinco e eugenol	ENDOFILL	27736	04 / 2006	DENTSPLY, Indústria e Comércio Ltda., Petrópolis, Rio de Janeiro, Brasil
Cimento endodôntico à base de resina plástica	AH PLUS	0405000181	02 / 2006	DENTSPLY DeTrey GmbH, Konstanz, Germany
Cimento endodôntico à base de hidróxido de cálcio	SEALAPEX	3-10905	04 / 2005	Kerr / Sybron Endo, Orange, USA

- Cimento endodôntico ENDOFILL

O cimento Endofill é um cimento endodôntico à base de óxido de zinco e eugenol, possuindo a composição de acordo com o fabricante (Quadro 4):

Quadro 4 - Composição do cimento Endofill

Pó	Óxido de zinco Resina hidrogenada Subcarbonato de bismuto Sulfato de bário Borato de sódio
Líquido	Eugenol Óleo de amêndoas doces

- Cimento endodôntico AH PLUS

O cimento AH Plus é um cimento endodôntico à base de resina tipo amino-epóxica, com forma de apresentação pasta / pasta, em dois tubos de 4ml cada, possuindo a composição de acordo com o fabricante (Quadro 5):

Quadro 5 - Composição do cimento AH Plus

Pasta A	Resinas epóxicas Tungstato de cálcio Óxido de zircônio Sílica Pigmentos de óxido de ferro
Pasta B	Aminas Tungstato de cálcio Óxido de zircônio Sílica Óleo de silicone

- Cimento endodôntico SEALAPEX

O cimento Sealapex é um cimento endodôntico à base de de hidróxido de cálcio, com forma de apresentação pasta / pasta, em duas bisnagas de 12g cada, uma contendo a base e a outra o catalisador, possuindo a composição de acordo com o fabricante (Quadro 6):

Quadro 6 - Composição do Cimento Sealapex

Óxido de cálcio	20%
Trióxido de bismuto	29%
Óxido de zinco	2,5%
Sílica sub-micro	3%
Bióxido de titânio	2%
Estearato de zinco	1%
Fosfato tricálcico	3%
Mistura	39%
(Sulfonamida de tolueno etil, resina poli - salicilato de metil metileno), salicilato de isobutil e um pigmento)	

4.2 Métodos

4.2.1 Preparo das soluções corantes

As soluções corantes foram preparadas antes do início do experimento, permanecendo acondicionadas em frascos de vidro âmbar, a temperatura ambiente ($23 \pm 3^\circ\text{C}$).

4.2.1.1 Solução de azul de metileno a 1% tamponada (AMT 1%)

A solução de azul de metileno a 1% em tampão fosfato pH 7,0 foi preparada dissolvendo-se 1g de azul de metileno (Synth, Labsynth Produtos para Laboratórios Ltda, Diadema, São Paulo, Brasil) em 100ml de tampão fosfato 0,2M pH 7,0 a 37°C , em banho Maria (Figura 2).

4.2.1.2 Solução de azul de metileno a 1% não tamponada (AMNT 1%)

A solução de azul de metileno a 1% não tamponada foi preparada dissolvendo-se 1g de azul de metileno (Synth, Labsynth Produtos para Laboratórios Ltda, Diadema, São Paulo, Brasil) em 100ml de água destilada (Figura 2).

4.2.1.3 Solução de azul de metileno a 2% tamponada (AMT 2%)

A solução de azul de metileno a 2% em tampão fosfato pH 7,0 foi preparada dissolvendo-se 2g de azul de metileno (Synth, Labsynth Produtos para Laboratórios Ltda, Diadema, São Paulo, Brasil) em 100ml de tampão fosfato 0,2M pH 7,0 a 37°C, em banho Maria (Figura 3).

4.2.1.4 Solução de azul de metileno a 2% não tamponada (AMNT 2%)

A solução de azul de metileno a 2% não tamponada foi preparada dissolvendo-se 2g de azul de metileno (Synth, Labsynth Produtos para Laboratórios Ltda, Diadema, São Paulo, Brasil) em 100ml de água destilada (Figura 3).

FIGURA 2 – Soluções de azul de metileno a 1% (tamponada e não tamponada) acondicionadas em frascos de vidro âmbar.

FIGURA 3 – Soluções de azul de metileno a 2% (tamponada e não tamponada) acondicionadas em frascos de vidro âmbar.

4.2.2 Preparo dos espécimes

Todos os espécimes foram preparados de maneira padronizada, apresentando forma cilíndrica com 2mm de altura e 3mm de diâmetro. Para tanto, foi preparada uma matriz de silicona (Aquasil - Dentsply DeTrey, Konstanz, Germany), que permitiu o preparo de oitenta espécimes de cada um dos três cimentos endodônticos.

Para o preparo dos espécimes do cimento Endofill, as proporções de pó e líquido utilizadas foram determinadas previamente à manipulação. A quantidade de pó foi pesada em balança Micronal (Modelo B600, Micronal S/A, São Paulo, Brasil), com precisão de um centésimo de grama. A proporção de pó e líquido foi descrita no Quadro 7.

Quadro 7 – Proporção pó-líquido utilizada para o preparo dos espécimes do cimento Endofill

Cimento endodôntico	Proporção		Fonte
	Pó	Líquido	
ENDOFILL	1,6 g	0,5ml	Simões Filho ⁷⁵ (1969)

A manipulação do pó e líquido foi realizada sobre uma placa de vidro, incorporando-se gradualmente o pó ao líquido até a obtenção de uma pasta homogênea. O material foi levado e inserido na matriz com o auxílio de uma seringa plástica de 5ml (Luer Lok - BD Plastipak, Becton Dickinson Ind. Cirúr. Ltda, Curitiba, PR, Brasil) e agulha (0,70 x 30 - 22G - BD Plastipak, Becton Dickinson Ind. Cirúr. Ltda, Curitiba, Paraná, Brasil). Os excessos foram removidos com auxílio de uma espátula 24 (S.S. White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil).

Para o preparo dos espécimes do cimento AH Plus, foram proporcionadas partes iguais de volume da Pasta A e da Pasta B (1:1). A manipulação das duas pastas foi realizada sobre uma placa de vidro até a obtenção de uma pasta homogênea. O material foi levado e inserido na matriz com o auxílio de uma seringa plástica de 5ml (Luer Lok - BD Plastipak, Becton Dickinson Ind. Cirúr. Ltda, Curitiba, PR, Brasil) e agulha (0,70 x 30 - 22G - BD Plastipak, Becton Dickinson Ind. Cirúr. Ltda, Curitiba, PR, Brasil). Os excessos foram removidos com auxílio de uma espátula 24 (S.S. White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil).

Para o preparo dos espécimes do cimento Sealapex, foram proporcionadas partes iguais em comprimento das duas pastas, determinadas previamente à manipulação. A manipulação das duas pastas foi realizada sobre uma placa de vidro até a obtenção de uma pasta homogênea. O material foi levado e inserido na matriz com o auxílio de uma seringa plástica de 5ml (Luer Lok - BD Plastipak, Becton Dickinson Ind. Cirúr. Ltda, Curitiba, PR, Brasil) e agulha (0,70 x 30 - 22G - BD Plastipak, Becton Dickinson Ind. Cirúr. Ltda, Curitiba, PR, Brasil). Os excessos foram removidos com auxílio de uma espátula 24 (S.S. White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil).

Para assegurar o endurecimento dos cimentos endodônticos sob condições de umidade e temperatura padronizadas, a matriz, preenchida com os respectivos cimentos, foi mantida em umidade relativa 100%, por 48h a $37 \pm 1^\circ\text{C}$ (Estufa tipo forno Pasteur, Fabbe Primar Industrial Ltda. do laboratório de Microbiologia da FOSJC - UNESP). Após o período de 48h, os espécimes foram removidos da matriz e imersos nas soluções corantes.

4.2.3. Análise das soluções corantes sem a imersão dos espécimes

As soluções corantes utilizadas foram preparadas antes do início de cada grupo experimental, sendo mantidas em recipientes de vidro de cor âmbar por, no máximo, 72h.

O estudo do pH e da densidade óptica das quatro soluções corantes, sem a imersão de qualquer espécime de cimento endodôntico, foi realizado em duplicata nos períodos de 0h (grupo controle) e após 24, 48 e 72h.

4.2.4 Análise das soluções corantes após a imersão dos espécimes por 0, 24, 48 e 72h

Oitenta espécimes de cada material foram inseridos, individualmente, em frascos de vidro de 20ml na cor âmbar, com identificação na tampa. Os recipientes apresentavam volume interno que permitia a imersão do espécime em 0,7ml da solução corante (Figura 4), pipetada com pipeta automática (Eppendorf AG, Hamburg, Germany).

FIGURA 4 – Frascos com tampa utilizados para acondicionar o espécime na solução corante.

Os conjuntos formados por oitenta espécimes de cada material, inseridos em oitenta recipientes, foram aleatoriamente divididos de acordo com a solução corante, em quatro grupos (n=20):

- a) grupo 1:** vinte espécimes imersos na solução de azul de metileno a 1% tamponada;
- b) grupo 2:** vinte espécimes imersos na solução de azul de metileno a 1% não tamponada;
- c) grupo 3:** vinte espécimes imersos na solução de azul de metileno a 2% tamponada;
- d) grupo 4:** vinte espécimes imersos na solução de azul de metileno a 2% não tamponada.

Após a imersão dos espécimes nas soluções corantes, cada grupo experimental foi subdividido de acordo com o tempo que cada espécime permaneceu imerso na solução corante a temperatura ambiente ($23 \pm 3^\circ\text{C}$), em quatro subgrupos (n=5):

- a) subgrupo A:** cinco espécimes imersos na solução corante durante 0h;
- b) subgrupo B:** cinco espécimes imersos na solução corante durante 24h;
- c) subgrupo C:** cinco espécimes imersos na solução corante durante 48h;
- d) subgrupo D:** cinco espécimes imersos na solução corante durante 72h.

Decorrida cada condição experimental, o pH e a densidade óptica das soluções corantes foram avaliados após 0, 24, 48 e 72h de imersão dos espécimes.

O esquema apresentado na Figura 5 representa a divisão em grupos e subgrupos da análise realizada para o estudo das soluções corantes após a imersão dos espécimes por 0, 24, 48 e 72h.



FIGURA 5 – Esquema representativo da divisão em grupos e subgrupos (SG) da análise realizada para o estudo das soluções corantes após a imersão dos espécimes por 0, 24, 48 e 72h.

4.2.5 Análise do pH das soluções corantes

O valor do pH das soluções corantes para cada grupo, em cada uma das réplicas, foi estabelecido através de um pHmetro (modelo MP 220, Mettler Toledo), que apresenta precisão de leitura de décimo da unidade própria, cuja calibração foi realizada com duas soluções eletrolíticas prontas para o uso da marca Mettler Toledo, respectivamente com pH de 4,1 (número de referência 20/9863/625) e 7,0 (número de referência 20/9865/625), ambas a temperatura ambiente ($23 \pm 3^\circ\text{C}$), sempre no início de cada dia do experimento. Para a realização das leituras, foi utilizado um eletrodo por contato (modelo A24 589, Mettler Toledo) que permitia a avaliação do pH quando o bulbo tocava a solução corante, sem a necessidade de imersão do mesmo. Após cada leitura, o bulbo era lavado com água destilada durante 15s e com água deionizada por mais 15s com o auxílio de uma almotolia. Nos intervalos entre as medidas, o eletrodo era mantido submerso em solução de cloreto de potássio (KCl) 3M, para evitar a descalibração (Figura 6).

4.2.6 Análise da densidade óptica das soluções corantes

4.2.6.1 Determinação do comprimento de onda de absorção máxima das soluções corantes

O comprimento de onda de absorção máxima dos corantes foi determinado através do espectro de varredura no intervalo de 100 a 1000nm em espectrofotômetro (Shimadzu, UV 1203, Kyoto, Japão) (Figura 7) utilizando-se uma cubeta ou célula de vidro com caminho óptico de 1cm, verificado em estudo prévio*. As soluções do corante azul de metileno, tamponadas ou não, apresentaram pico máximo de absorção em 596nm.

* KUBO, C.H.; VALERA, M.C.; GOMES, A.P.M.; MANCINI, M.N.G.; CAMARGO, C.H.R. Effect of endodontic materials on optical density of dyes used in marginal leakage studies. Int Endod J, 2003 (enviado para publicação).

FIGURA 6 - pHmetro e eletrodo por contato.

FIGURA 7 – Espectrofotômetro utilizado para a avaliação da densidade óptica das soluções corantes.

4.2.6.2 Determinação da densidade óptica

Para a determinação da densidade óptica de cada réplica da condição experimental, removeu-se do frasco de vidro âmbar uma alíquota de 0,1ml da solução corante, que foi transferida para um tubo de ensaio, e, diluída em 1,9ml de água deionizada (Figura 8), sendo agitada levemente para homogeneização. A seguir, 1,5ml da solução corante diluída foi inserida em uma cubeta de vidro para análise no espectrofotômetro, para que a densidade óptica da solução corante fosse determinada. Para as soluções de azul de metileno, tamponadas ou não, foi empregado o comprimento de 596nm.

FIGURA 8 – Soluções corantes diluídas nos tubos de ensaio (2ml).

O pH e a densidade óptica das quatro soluções corantes, sem a imersão de qualquer espécime de cimento endodôntico foram analisados em 0, 24, 48 e 72h (Figura 9). Após a imersão dos espécimes, o pH e a densidade óptica das quatro soluções corantes também foram analisados após 0, 24, 48 e 72h (Figura 10).

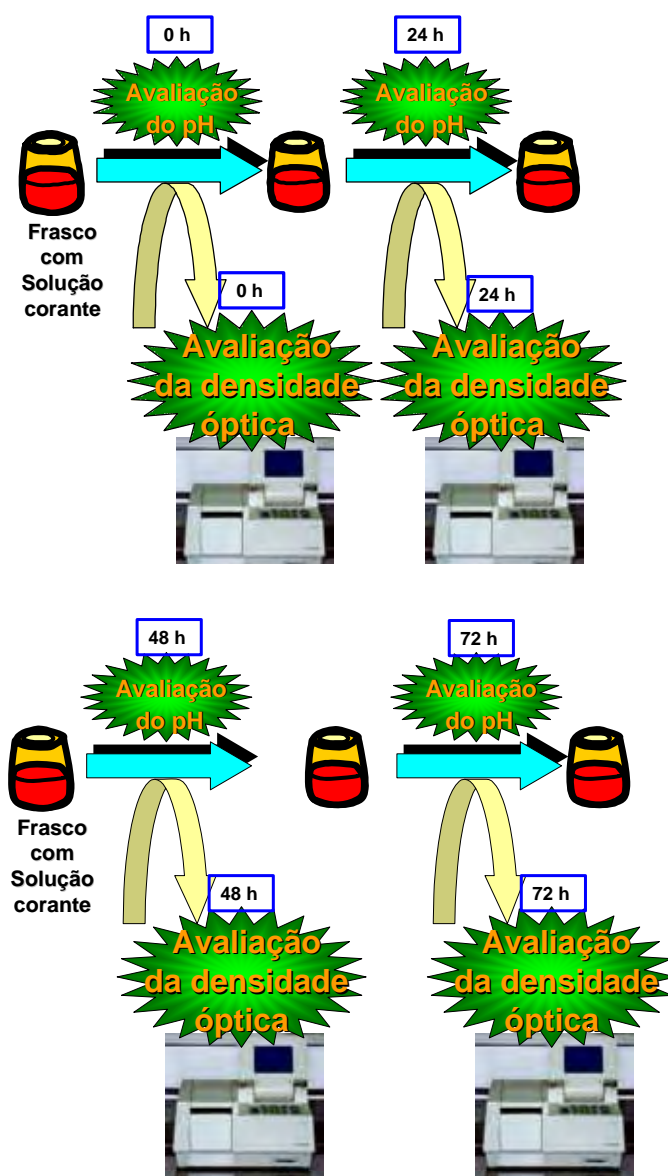


FIGURA 9 – Metodologia de análise das soluções corantes sem a imersão dos espécimes nos períodos de 0, 24, 48 e 72h.

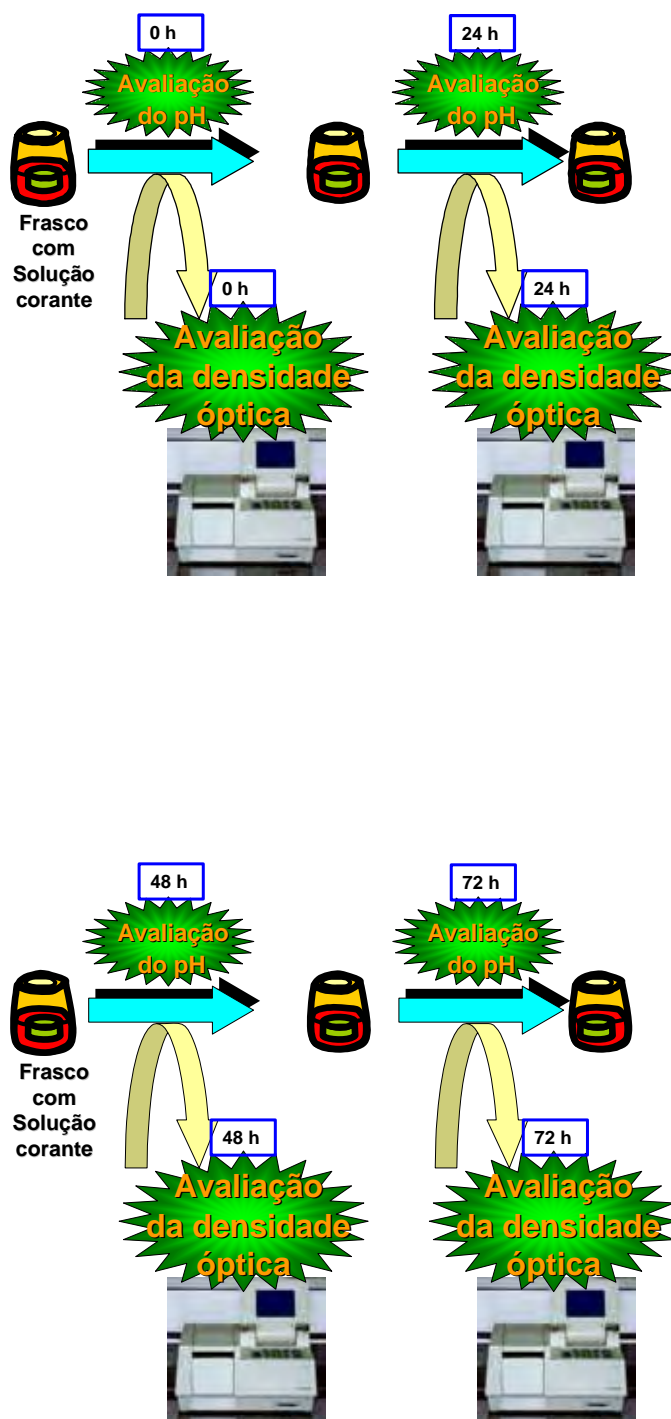


FIGURA 10 – Metodologia de análise das soluções corantes após a imersão dos espécimes nos períodos de 0, 24, 48 ou 72h.

4.3 Análise estatística

A análise estatística foi dividida em análise dos dados das soluções corantes sem a imersão dos espécimes e após a imersão dos espécimes, nos diferentes períodos de tempo. Os dados de pH foram apresentados através da estatística descritiva, com o valor de tendência central: média, e ainda, com o valor de dispersão: desvio padrão.

Os dados da densidade óptica foram apresentados através da estatística descritiva com os valores de média e desvio padrão, e foram submetidos à análise, numa abordagem paramétrica, através dos testes: (a) análise de variância (ANOVA, 2 fatores); (b) teste de comparação múltipla de Tukey. O nível de significância adotado foi o valor de 5%.

4.3.1 Análise das soluções corantes sem a imersão dos espécimes

O estudo das soluções corantes sem a imersão dos espécimes foi realizado em quatro períodos de tempo (0, 24, 48 e 72h). Para cada grupo experimental, foram analisados o pH e a densidade óptica das quatro soluções corantes através da estatística descritiva, com a apresentação de gráficos e os valores de tendência central: média, e ainda, com o valor de dispersão: desvio padrão.

Para os dados da densidade óptica, foi realizado um experimento fatorial do tipo 4x4, no qual analisaram-se duas variáveis independentes: tipo de solução corante e períodos de tempo em que as soluções foram analisadas.

O primeiro fator, tipo de solução corante, apresenta quatro níveis: solução de azul de metileno a 1% tamponada, solução de azul de

metileno a 1% não tamponada, solução de azul de metileno a 2% tamponada e solução de azul de metileno a 2% não tamponada. E, o segundo fator, tempo de análise, possui quatro níveis (0, 24, 48 e 72h).

As unidades experimentais foram distribuídas aleatoriamente em 16 condições experimentais com duas réplicas cada, totalizando 32 dados para cada grupo experimental (cimento endodôntico). No total, 96 dados para os três grupos experimentais (Quadro 8 - Apêndice A). As hipóteses testadas pela análise de variância foram: ausência de qualquer nível de interação; igualdade quanto ao efeito da solução corante e igualdade quanto ao efeito do tempo de imersão.

4.3.2 Análise das soluções corantes após a imersão dos espécimes por 0, 24, 48 e 72h.

Para a avaliação do efeito da imersão dos espécimes nas soluções corantes, como fatores para alteração do pH e da densidade óptica das soluções, foram comparados os grupos nos quais os espécimes foram imersos e o grupo no qual não foi imerso nenhum espécime (grupo controle). Para tanto, foram empregados os dados de pH e densidade óptica das soluções corantes sem a imersão de qualquer espécime no tempo 0h.

Para analisar o efeito do contato de cada material endodôntico com quatro soluções corantes em quatro períodos de tempo, efetuou-se o experimento fatorial do tipo 4x5. Desta forma, foram consideradas duas variáveis independentes: o efeito da solução corante e do tempo de imersão do material na solução corante.

O experimento fatorial 4x5 apresentou vinte tratamentos, ou condições experimentais, em comparação. Foram efetuadas cinco

réplicas em cada condição experimental na qual os espécimes foram imersos. Na condição sem imersão, foram utilizadas duas réplicas de cada condição experimental dos dados da densidade óptica das soluções corantes sem a imersão de nenhum espécime no tempo 0h (grupo controle). Obteve-se, portanto, oitenta e oito dados da densidade óptica, que foram submetidos à análise estatística pelo método da análise de variância (ANOVA) a dois fatores, com nível de significância de 5%.

O primeiro fator, solução corante, possui quatro níveis (solução de azul de metileno a 1% tamponada, solução de azul de metileno a 1% não tamponada, solução de azul de metileno a 2% tamponada e solução de azul de metileno a 2% não tamponada). O segundo fator, tempo de imersão, possui cinco níveis (sem imersão e 0, 24, 48 e 72 h após a imersão).

As hipóteses testadas pela ANOVA foram: ausência de qualquer nível de interação; igualdade quanto ao efeito da solução corante; e igualdade quanto ao efeito do tempo de imersão.

A variável dependente, submetida à teste estatístico, foi a densidade óptica das soluções corantes. Os dados da densidade óptica foram submetidos à estatística descritiva e à inferencial (análise de variância – ANOVA). Após a ANOVA, aplicou-se o teste de comparação múltipla de Tukey para os efeitos que resultaram significativos (interação corante e tempo).

O nível de significância (p) adotado foi o valor de 5%. A análise estatística dos dados e a confecção dos gráficos foram efetuadas por meio do programa computacional STATISTICA (2000, versão 5.5, Stasoft Inc.).

5 RESULTADOS

A análise estatística dos dados de pH e da densidade óptica foi apresentada em duas partes. A primeira se refere à avaliação dos dados das soluções corantes sem a imersão dos espécimes, subdividida na apresentação dos dados de pH e da densidade óptica, através de estatística descritiva e paramétrica. A segunda se refere à avaliação dos dados das soluções corantes após a imersão dos cimentos endodônticos (Endofill, AH Plus e Sealapex), subdividida na apresentação dos dados de pH, através de estatística descritiva; e na análise paramétrica dos dados das densidades ópticas verificadas pelas diferentes soluções corantes.

5.1 Análise do pH e da densidade óptica das soluções corantes sem a imersão dos espécimes

5.1.1 Dados de pH

A estatística descritiva dos dados de pH foi apresentada na Tabela 1, e representada mediante o gráfico de linhas (Figura 11).

Tabela 1 – Média e desvio padrão dos valores de pH verificados para as diferentes soluções corantes sem a imersão dos espécimes

Material	Tempo (horas)	CORANTE			
		Solução de azul de metileno a 1% tamponada	Sol. de azul de metileno a 1% não tamponada	Solução de azul de metileno a 2% tamponada	Sol. de azul de metileno a 2% não tamponada
Endofill	0	6,78±0,15	2,20±0,11	6,62±0,23	4,10±0,06
	24	6,59±0,00	2,10±0,00	6,43±0,00	4,08±0,00
	48	6,87±0,00	2,27±0,00	6,73±0,00	4,10±0,00
	72	6,75±0,00	2,16±0,01	6,59±0,01	4,00±0,01
AH Plus	0	6,85±0,07	2,31±0,08	6,61±0,00	4,27±0,05
	24	6,69±0,03	2,20±0,05	6,52±0,01	4,03±0,11
	48	6,87±0,04	2,29±0,01	6,55±0,01	4,12±0,04
	72	6,68±0,03	2,14±0,06	6,46±0,04	4,09±0,11
Sealapex)	0	6,78±0,00	2,25±0,17	6,76±0,00	4,31±0,00
	24	6,74±0,04	2,17±0,10	6,67±0,08	4,13±0,03
	48	6,74±0,01	2,28±0,02	6,68±0,01	4,16±0,01
	72	6,86±0,04	2,17±0,01	6,77±0,01	4,18±0,01

Os valores mínimo e máximo de pH para cada solução corante foram, respectivamente: AMT 1% (6,59 e 6,90); AMNT 1% (2,10 e 2,37); AMT 2% (6,43 e 6,78); AMNT 2% (3,96 e 4,31) (Quadro 8 - Apêndice A).

Observando-se a Tabela 1 e a Figura 11, verifica-se que as soluções corantes tamponadas apresentaram valores médios de pH superiores às soluções de azul de metileno a 1% e 2% não tamponadas (Tabela 1 e Figura 11).

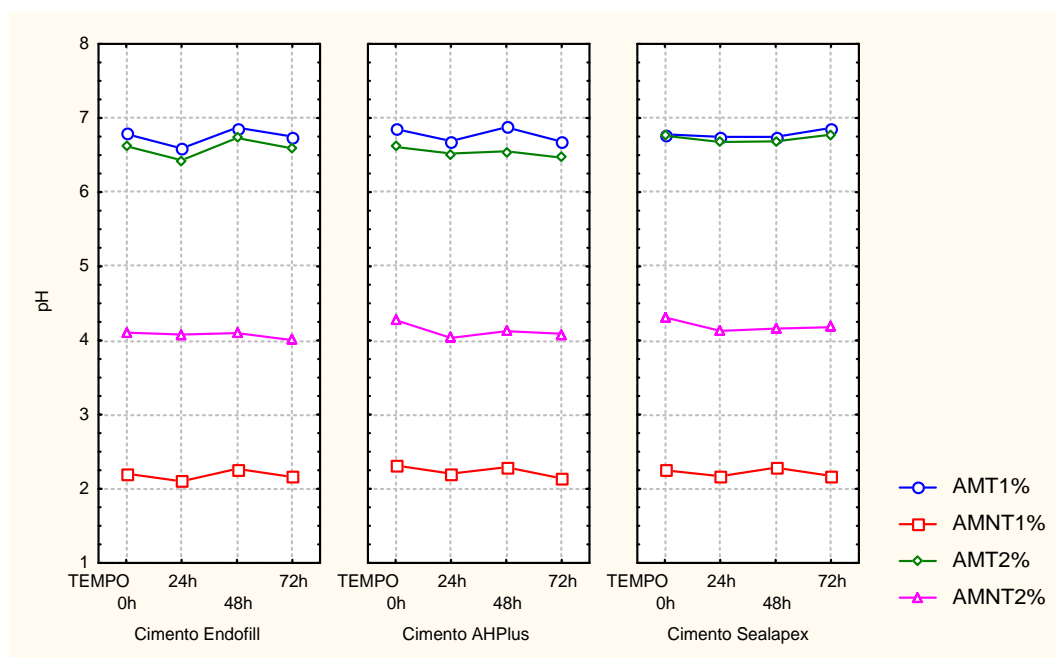


FIGURA 11 – Gráfico de linhas para os valores médios de pH das soluções corantes sem a imersão dos espécimes nos diferentes períodos de tempo de análise.

5.1.2 Dados da densidade óptica

A estatística descritiva dos dados da densidade óptica foi apresentada na Tabela 2, e representada mediante o gráfico de linhas (Figura 12). Na Tabela 2, pode-se verificar a média e o desvio padrão dos dados da densidade óptica das soluções corantes em cada período de tempo de análise.

Tabela 2 – Média e desvio padrão dos valores da densidade óptica verificados para as diferentes soluções corantes sem a imersão dos espécimes

Material	Tempo (horas)	CORANTE			
		AMT 1%	AMNT 1%	AMT 2%	AMNT 2%
Endofill	0	0,987±0,00	0,970±0,00	0,991±0,00	0,949±0,04
	24	0,994±0,00	0,957±0,00	0,978±0,00	0,960±0,00
	48	0,962±0,02	0,942±0,02	0,944±0,01	0,974±0,01
	72	0,969±0,01	0,940±0,01	0,984±0,00	0,906±0,00
AH Plus	0	0,968±0,02	0,942±0,03	0,963±0,01	0,950±0,03
	24	0,990±0,00	0,930±0,00	0,943±0,00	0,932±0,02
	48	0,985±0,02	0,925±0,00	0,932±0,01	0,927±0,00
	72	0,954±0,02	0,936±0,01	0,942±0,01	0,935±0,01
Sealapex	0	0,982±0,02	0,965±0,00	0,957±0,03	0,913±0,00
	24	0,992±0,01	0,950±0,02	0,995±0,00	0,948±0,00
	48	0,994±0,01	0,930±0,01	0,996±0,00	0,907±0,00
	72	0,971±0,00	0,974±0,01	0,992±0,01	0,952±0,01

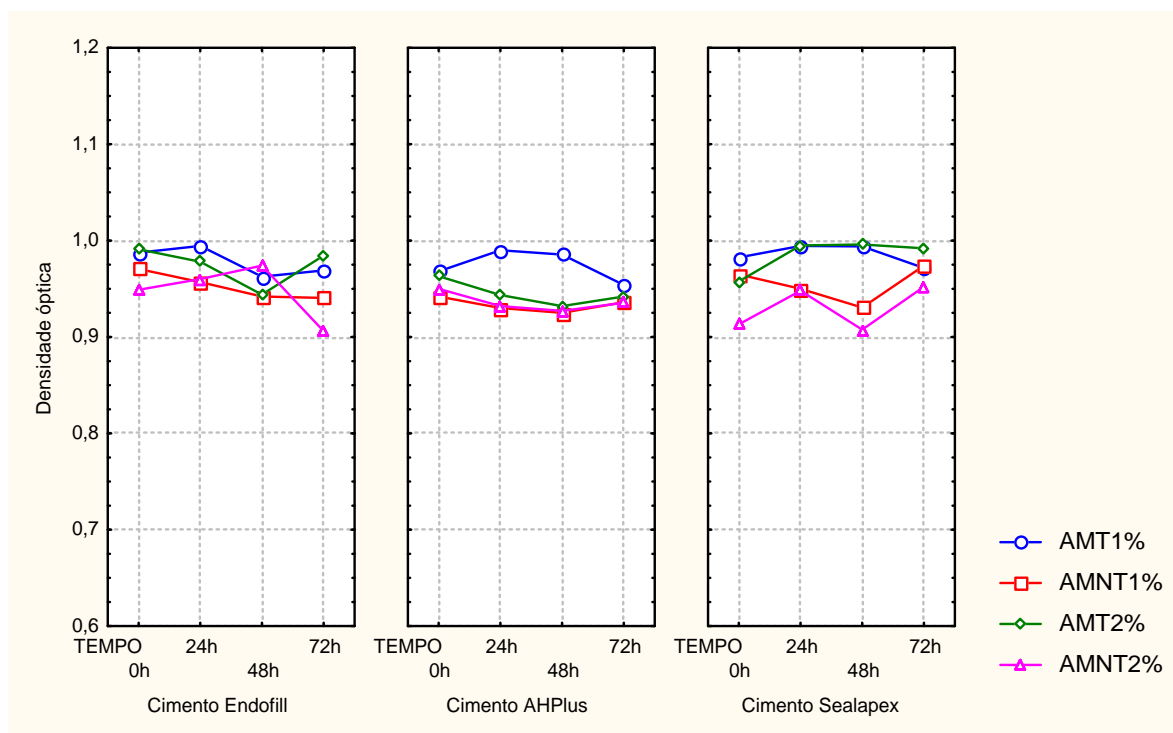


FIGURA 12 – Gráfico de linhas para os valores médios da densidade óptica das soluções corantes sem a imersão dos espécimes nos diferentes períodos de tempo de análise.

A solução de azul de metileno a 1% tamponada apresentou 0,943 e 0,999 como valores mínimo e máximo de densidade óptica, respectivamente (Quadro 8 - Apêndice A). A solução de azul de metileno a 1% não tamponada apresentou 0,919 e 0,984 como valores mínimo e máximo de densidade óptica, respectivamente (Quadro 8 - Apêndice A).

A solução de azul de metileno a 2% tamponada apresentou 0,926 e 0,998 como valores mínimo e máximo de densidade óptica, respectivamente e a solução de azul de metileno a 2% não tamponada apresentou 0,905 e 0,980 como os valores mínimo e máximo, respectivamente (Quadro 8 - Apêndice A).

Por meio do teste de comparação múltipla de Tukey (Tabela 3) foram estabelecidos três conjuntos de mesmo desempenho representados pelas letras A, B e C, em termos de densidade óptica, para cada período de tempo de análise, independentemente do grupo experimental (cimento endodôntico). Pode-se verificar que para uma mesma solução corante, em relação ao tempo 0h, não foram verificadas diferenças estatisticamente significantes nos valores da densidade óptica.

Tabela 3 – Teste de Tukey (5%) para os dados da densidade óptica das soluções corantes sem a imersão dos espécimes

Corante	Tempo	Média	Grupos Homogêneos*	
AMT 1%	Zero	0,979		C
AMT 1%	24	0,992		C
AMT 1%	48	0,980		C
AMT 1%	72	0,964		C
AMNT 1%	Zero	0,959	A	
AMNT 1%	24	0,945	A	
AMNT 1%	48	0,932	A	
AMNT 1%	72	0,950	A	
AMT 2%	Zero	0,970		B
AMT 2%	24	0,972		B
AMT 2%	48	0,957		B
AMT 2%	72	0,972		B
AMNT 2%	Zero	0,937	A	
AMNT 2%	24	0,946	A	
AMNT 2%	48	0,936	A	
AMNT 2%	72	0,931	A	

* Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente

5.2 Análise do pH e da densidade óptica das soluções corantes após a imersão dos espécimes

5.2.1 Dados de pH

5.2.1.1 Cimento Endofill

A estatística descritiva dos dados de pH sem e após a imersão dos espécimes do cimento Endofill foi apresentada na Tabela 4, e representada mediante o gráfico de linhas (Figura 13).

Tabela 4 – Média e desvio padrão dos valores de pH verificados para as diferentes soluções corantes sem e após a imersão dos espécimes do cimento Endofill

Tempo (horas)	CORANTE			
	AMT 1%	AMNT 1%	AMT 2%	AMNT 2%
Sem imersão	6,78±0,15	2,20±0,11	6,62±0,23	4,10±0,06
0h	7,11±0,21	3,20±0,07	6,64±0,03	4,55±0,08
24h	6,76±0,02	3,27±0,24	6,49±0,02	5,08±0,05
48h	6,88±0,03	4,60±0,27	6,85±0,04	5,67±0,07
72h	7,13±0,08	4,99±0,13	6,76±0,10	5,25±0,13

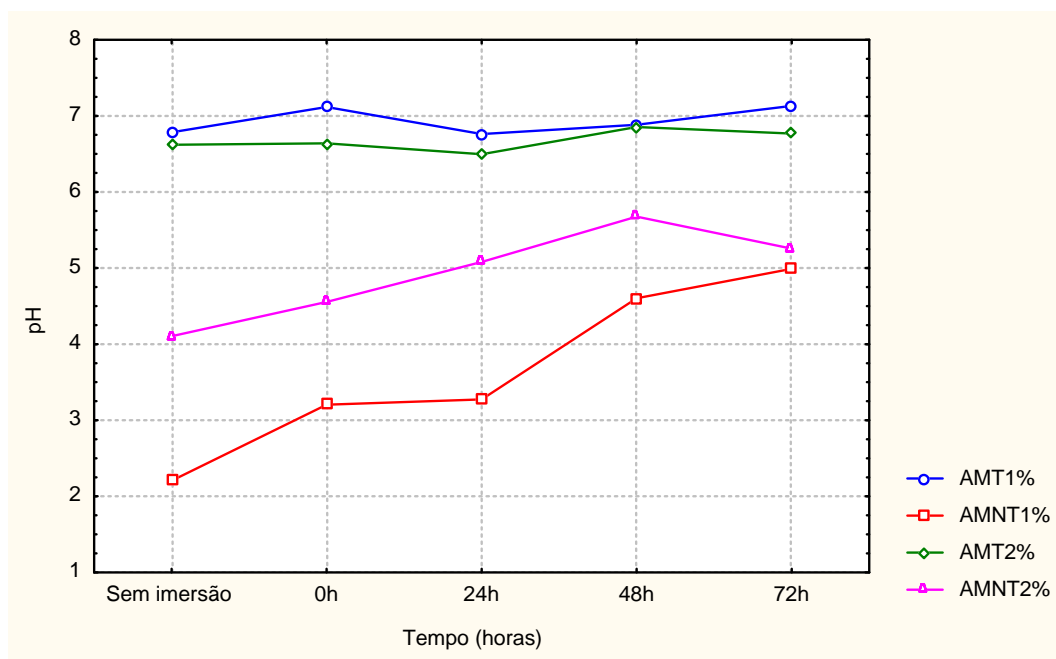


FIGURA 13 – Gráfico de linhas para os valores médios de pH sem e após a imersão dos espécimes do cimento Endofill nas diferentes soluções corantes

5.2.1.2 Cimento AH Plus

A estatística descritiva dos dados de pH sem e após a imersão dos espécimes do cimento AH Plus foi apresentada na Tabela 5, e representada mediante o gráfico de linhas (Figura 14).

Tabela 5 – Média e desvio padrão dos valores de pH verificados para as diferentes soluções corantes sem e após a imersão dos espécimes do cimento AH Plus

Tempo (horas)	CORANTE			
	AMT 1%	AMNT 1%	AMT 2%	AMNT 2%
Sem imersão	6,85±0,07	2,31±0,08	6,61±0,00	4,27±0,05
0h	6,91±0,03	2,36±0,03	6,68±0,01	6,08±0,02
24h	6,85±0,01	3,01±0,02	6,58±0,06	5,77±0,08
48h	6,83±0,02	3,32±0,02	6,52±0,01	5,94±0,05
72h	6,87±0,04	3,78±0,01	6,57±0,04	5,99±0,06

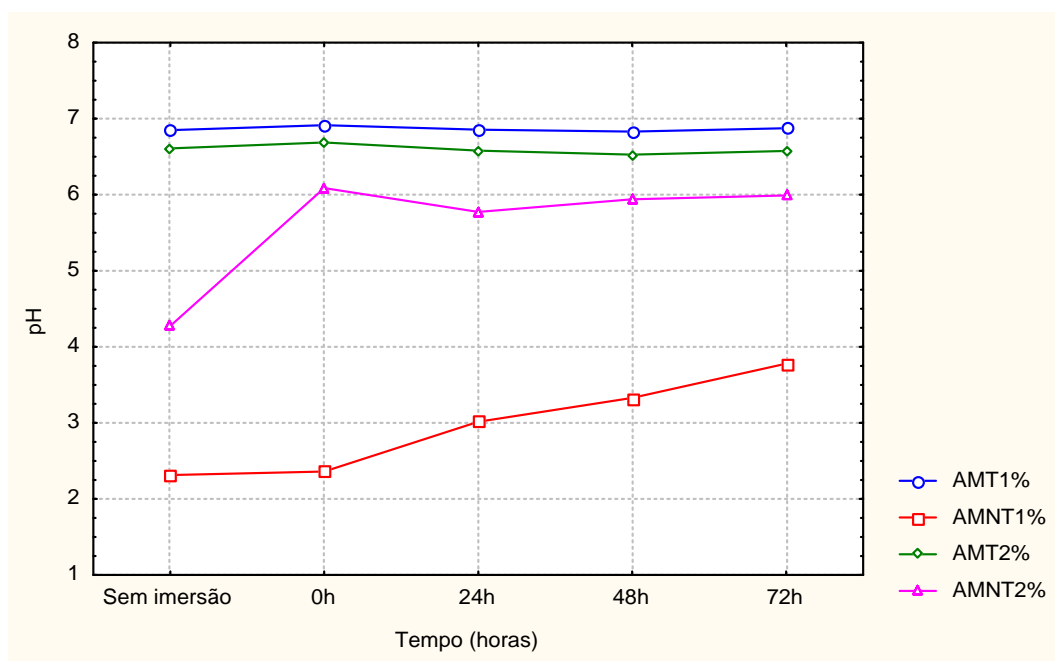


FIGURA 14 – Gráfico de linhas para os valores médios de pH sem e após a imersão dos espécimes do cimento AH Plus nas diferentes soluções corantes

5.2.1.3 Cimento Sealapex

A estatística descritiva dos dados de pH sem e após a imersão dos espécimes do cimento Sealapex foi apresentada na Tabela 6, e representada mediante o gráfico de linhas (Figura 15).

Tabela 6 – Média e desvio padrão dos valores de pH verificados para as diferentes soluções corantes sem e após a imersão dos espécimes do cimento Sealapex

Tempo (horas)	CORANTE			
	AMT 1%	AMNT 1%	AMT 2%	AMNT 2%
Sem imersão	6,78±0,00	2,25±0,17	6,76±0,00	4,31±0,00
0h	6,82±0,02	5,87±0,05	6,85±0,03	5,09±0,13
24h	7,47±0,09	6,33±0,04	7,49±0,08	5,88±0,25
48h	7,84±0,18	6,21±0,20	8,11±0,71	6,26±0,14
72h	8,95±0,43	6,30±0,18	8,96±0,56	6,14±0,26

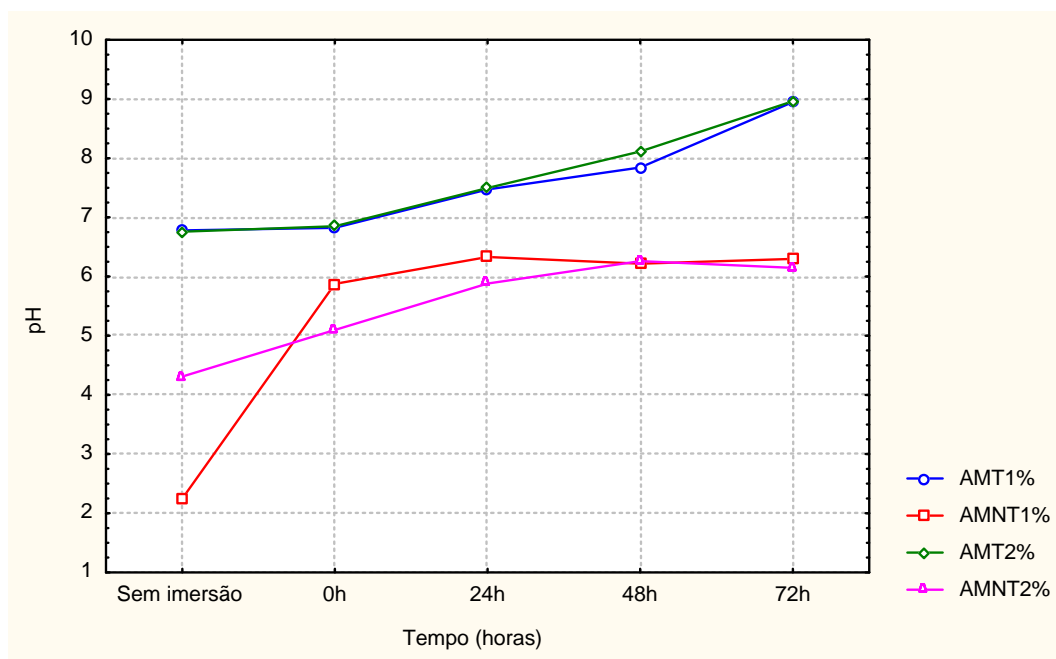


FIGURA 15 – Gráfico de linhas para os valores médios de pH sem e após a imersão dos espécimes do cimento Sealapex nas diferentes soluções corantes

5.2.2 Dados da densidade óptica

5.2.2.1 Cimento Endofill

A estatística descritiva dos dados da densidade óptica sem e após a imersão dos espécimes do cimento Endofill foi apresentada na Tabela 7, e representada mediante o gráfico de linhas (Figura 16).

Tabela 7 – Média e desvio padrão dos valores da densidade óptica verificados para as diferentes soluções corantes sem e após a imersão dos espécimes do cimento Endofill

Tempo (horas)	CORANTE			
	AMT 1%	AMNT 1%	AMT 2%	AMNT 2%
Sem imersão	0,987±0,00	0,970±0,00	0,991±0,00	0,949±0,04
0h	1,072±0,03	1,027±0,03	1,066±0,02	0,990±0,03
24h	1,072±0,01	0,906±0,04	0,910±0,04	0,972±0,04
48h	1,024±0,03	0,981±0,02	0,971±0,02	0,949±0,03
72h	0,978±0,02	0,941±0,01	0,962±0,01	0,934±0,01

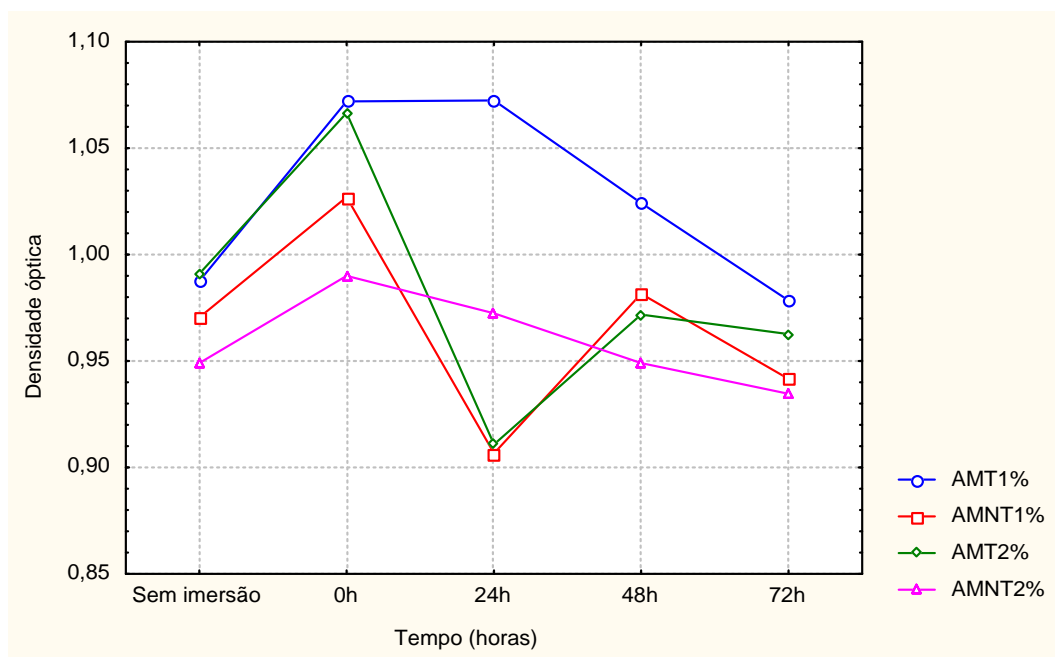


Figura 16 – Gráfico de linhas para os valores médios da densidade óptica sem e após a imersão dos espécimes do cimento Endofill nas diferentes soluções corantes.

Tabela 8 – Resultados da ANOVA (2 fatores) para os dados da densidade óptica sem e após a imersão dos espécimes do cimento Endofill

Efeito	GI	SQ	QM	F	p-valor
Corante (C)	3*	0,014*	0,005*	25,500*	0,000*
Tempo (T)	4*	0,021*	0,005*	30,396*	0,000*
(C) x (T)	12*	0,016*	0,001*	7,523*	0,000*
Resíduo	68*	0,012*	0,000*		

* $p < 0,05$, diferença estatisticamente significativa a 5%

Tabela 9 – Teste de Tukey (5%) para os dados da densidade óptica sem e após a imersão dos espécimes do cimento Endofill

Corante	Tempo	Média	Grupos Homogêneos*			
AMT 1%	Sem imersão	0,987	A			
AMT 1%	Zero	1,072	A			
AMT 1%	24	1,072	A			
AMT 1%	48	1,024	A	B		
AMT 1%	72	0,978		B		
AMNT 1%	Sem imersão	0,970	A	B		
AMNT 1%	Zero	1,027		B		
AMNT 1%	24	0,906	A			
AMNT 1%	48	0,981			C	
AMNT 1%	72	0,941	A		C	
AMT 2%	Sem imersão	0,991	A	B		
AMT 2%	Zero	1,066		B		
AMT 2%	24	0,910	A			
AMT 2%	48	0,971	A			
AMT 2%	72	0,962	A			
AMNT 2%	Sem imersão	0,949	A			
AMNT 2%	Zero	0,990	A			
AMNT 2%	24	0,972	A			
AMNT 2%	48	0,949	A			
AMNT 2%	72	0,934	A			

* Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente (para cada período da mesma solução corante)

5.2.2.2 Cimento AH Plus

A estatística descritiva dos dados da densidade óptica sem e após a imersão dos espécimes do cimento AH Plus foi apresentada na Tabela 10, e representada mediante o gráfico de linhas (Figura 17).

Tabela 10 – Média e desvio padrão dos valores da densidade óptica verificados para as diferentes soluções corantes sem e após a imersão dos espécimes do cimento AH Plus

Tempo (horas)	CORANTE			
	AMT 1%	AMNT 1%	AMT 2%	AMNT 2%
Sem imersão	0,968±0,02	0,942±0,03	0,963±0,01	0,950±0,03
0h	0,980±0,01	0,934±0,01	0,955±0,02	0,942±0,03
24h	0,967±0,01	0,964±0,02	0,956±0,01	0,943±0,02
48h	0,938±0,02	0,864±0,02	0,919±0,01	0,863±0,00
72h	0,950±0,02	0,921±0,02	0,958±0,02	0,942±0,03

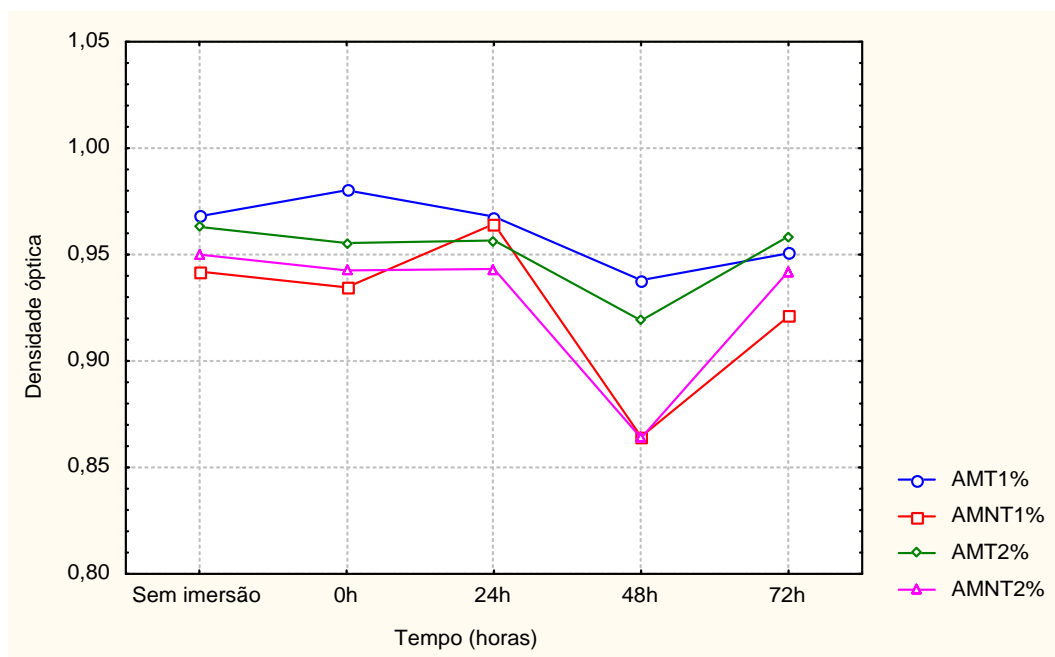


Figura 17 – Gráfico de linhas para os valores médios da densidade óptica sem e após a imersão dos espécimes do cimento AH Plus nas diferentes soluções corantes

Tabela 11 – Resultados da ANOVA (2 fatores) para os dados da densidade óptica sem e após a imersão dos espécimes do cimento AH Plus

Efeito	GI	SQ	QM	F	p-valor
Corante (C)	3*	0,014*	0,005*	25,500*	0,000*
Tempo (T)	4*	0,021*	0,005*	30,396*	0,000*
(C) x (T)	12*	0,016*	0,001*	7,523*	0,000*
Resíduo	68*	0,012*	0,000*		

* $p < 0,05$, diferença estatisticamente significativa a 5%

Tabela 12 – Teste de Tukey (5%) para os dados da densidade óptica das soluções corantes sem e após a imersão dos espécimes do cimento AH Plus

Corante	Tempo	Média	Grupos Homogêneos*
AMT 1%	Sem imersão	0,968	A
AMT 1%	Zero	0,980	A
AMT 1%	24	0,967	A
AMT 1%	48	0,938	A
AMT 1%	72	0,950	A
AMNT 1%	Sem imersão	0,942	B
AMNT 1%	Zero	0,934	B
AMNT 1%	24	0,964	B
AMNT 1%	48	0,864	A
AMNT 1%	72	0,921	B
AMT 2%	Sem imersão	0,963	A
AMT 2%	Zero	0,955	A
AMT 2%	24	0,956	A
AMT 2%	48	0,919	A
AMT 2%	72	0,958	A
AMNT 2%	Sem imersão	0,950	B
AMNT 2%	Zero	0,942	B
AMNT 2%	24	0,943	B
AMNT 2%	48	0,863	A
AMNT 2%	72	0,942	B

* Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente (para cada período da mesma solução corante)

5.2.2.3 Cimento Sealapex

A estatística descritiva dos dados da densidade óptica sem e após a imersão dos espécimes do cimento Sealapex foi apresentada na Tabela 13, e representada mediante o gráfico de linhas (Figura 18).

Tabela 13 – Média e desvio padrão dos valores da densidade óptica verificados para as diferentes soluções corantes sem e após a imersão dos espécimes do cimento Sealapex

Tempo (horas)	CORANTE			
	AMT 1%	AMNT 1%	AMT 2%	AMNT 2%
Sem imersão	0,982±0,02	0,965±0,00	0,957±0,03	0,913±0,00
0h	0,983±0,01	0,926±0,01	0,955±0,03	0,920±0,01
24h	0,979±0,01	0,963±0,02	1,034±0,01	0,966±0,01
48h	0,972±0,01	0,919±0,01	0,975±0,01	0,922±0,01
72h	0,989±0,01	0,952±0,01	0,983±0,01	0,935±0,01

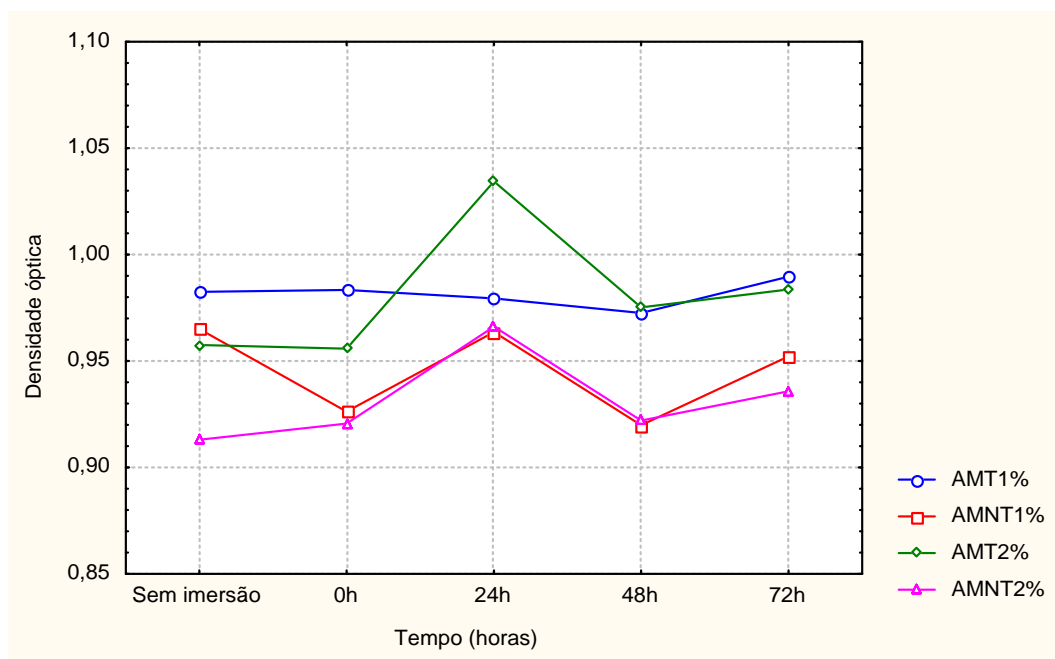


Figura 18 – Gráfico de linhas para os valores médios da densidade óptica, sem e após a imersão dos espécimes do cimento Sealapex nas diferentes soluções corantes

Tabela 14 – Resultados da ANOVA (2 fatores) para os dados da densidade óptica sem e após a imersão dos espécimes do cimento Sealapex

Efeito	GI	SQ	QM	F	p-valor
Corante (C)	3*	0,0373*	0,0124*	69,499*	0,000*
Tempo (T)	4*	0,0210*	0,005*	29,322*	0,000*
(C) x (T)	12*	0,014*	0,001*	6,301*	0,000*
Resíduo	68*	0,012*	0,000*		

* $p < 0,05$, diferença estatisticamente significativa a 5%

Tabela 15 – Teste de Tukey (5%) para os dados da densidade óptica das soluções corantes sem e após a imersão dos espécimes do cimento Sealapex

Corante	Tempo	Média	Grupos Homogêneos*		
AMT 1%	Sem imersão	0,982	A		
AMT 1%	Zero	0,983	A		
AMT 1%	24	0,979	A		
AMT 1%	48	0,972	A		
AMT 1%	72	0,989	A		
AMNT 1%	Sem imersão	0,965		B	C
AMNT 1%	Zero	0,926	A	B	
AMNT 1%	24	0,963			C
AMNT 1%	48	0,919	A		
AMNT 1%	72	0,952		B	C
AMT 2%	Sem imersão	0,957		B	
AMT 2%	Zero	0,955		B	
AMT 2%	24	1,034	A		
AMT 2%	48	0,975		B	
AMT 2%	72	0,983		B	
AMNT 2%	Sem imersão	0,913	A		
AMNT 2%	Zero	0,920	A		
AMNT 2%	24	0,966		B	
AMNT 2%	48	0,922	A		
AMNT 2%	72	0,935	A	B	

* Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente (para cada período da mesma solução corante)

6 DISCUSSÃO

6.1 Discussão da metodologia

Corantes e radioisótopos são utilizados em 82% dos estudos de infiltração marginal (Wu & Wesselink⁸⁹, 1993). Entretanto, o corante pode interagir quimicamente com o material de selamento ou com a estrutura dentária, e esta interação pode influenciar a difusão ou a coloração do traçador, impedindo a adequada avaliação da infiltração marginal (WU et al.⁹² 1998; YOUNGSON et al.⁹⁸1998; ÖZTAN et al.⁶⁴ 2001).

Vários corantes têm sido utilizados nos estudos de infiltração marginal, entre eles a **eosina** (YOUNGSON et al.⁹⁷, 1990; YOUNGSON et al.⁹⁸, 1998; TAMSE et al.⁸¹, 1998), a **tinta da Índia** (KARAGÖZ-KÜÇÜKAY et al.³⁷, 1993; HIGA et al.³², 1994; AHLBERG et al.¹, 1995; SEN et al.⁷³, 1996; YOSHIKAWA et al.⁹⁶, 1997; KATZ et al.³⁸ 1998; LYROUDIA et al.⁵², 2000; ROY et al.⁷², 2001), **o nitrato de prata** (GALE & DARVELL²⁴, 1997; YOUNGSON et al.⁹⁸, 1998), **o azul de metileno** (HOLLAND et al.³⁴ 1991; MASTERS et al.⁵⁵, 1995; TANOMARU FILHO et al.⁸³, 1998; YAMASHITA et al.⁹⁵, 2001; KONTAKIOTIS et al.⁴¹, 2001; MELLO et al.⁵⁷, 2004), **fluoresceína e violeta genciana** (SOUZA⁷⁸, 1991) e a **rodamina B** (LEONARDO et al.⁴⁶, 1980; LEAL et al.⁴³, 1987; ROTHIER et al.⁷¹, 1987; SOUSA⁷⁸, 1991; HAMAOKA & MOURA³¹, 1996; ARAUJO et al.⁶, 1999).

Dentre os corantes empregados nos estudos de infiltração marginal, a solução de azul de metileno ainda tem sido muito utilizada. No presente estudo, foi desenvolvida uma metodologia para verificar o pH e a

densidade óptica de quatro soluções corantes de azul de metileno (AMT 1%, AMNT 1%, AMT 2% e AMNT 2%) após o contato com três cimentos endodônticos (Endofill, AH Plus e Sealapex), em diferentes períodos de tempo de análise (0, 24, 48 e 72h).

Para a realização do experimento, foi utilizado o corante azul de metileno por ser um marcador utilizado freqüentemente nos estudos de infiltração em Endodontia (SPANGBERG et al.⁷⁹, 1989; WU & WESSELINK⁸⁹, 1993), pela evidência de penetração nos espaços da interface do sistema de canais radiculares melhor que os radioisótopos (MATLOFF et al.⁵⁶, 1982) e devido ao seu baixo peso molecular, comparável aos produtos metabólicos dos microrganismos (KERSTEN & MOORER³⁹, 1989).

Ainda, segundo Wu & Wesselink⁸⁹ (1993) e Youngson et al.⁹⁸ (1998), a utilização de corantes com baixo peso molecular é preferível nos estudos de infiltração marginal. Kersten & Moorer³⁹ (1989) verificaram que o ácido butírico a 0,5%, produto metabólico de microrganismos com capacidade citotóxica, apresentou infiltração comparável à da solução aquosa de azul de metileno 0,1% ajustada em pH 7. No presente estudo, para o preparo das soluções corantes foi utilizado o azul de metileno com peso molecular de 373,90 (Quadro 1).

A concentração das soluções de azul de metileno utilizadas nos estudos de infiltração marginal pode variar de 0,2% a 5% (SPANGBERG et al.⁷⁹, 1989; WU & WESSELINK⁸⁹, 1993). Para a realização deste trabalho, foram preparadas soluções de azul de metileno na concentração de 2%, baseado nos estudos de Matloff⁵⁶ et al. (1982); Alexander & Gordon² (1985); Spangberg et al.⁷⁹ (1989); Holland et al.³³ (1990); Holland et al.³⁴ (1991); Oliver & Abbott⁶⁰ (1991); Limkangwalmongkol et al.⁵⁰ (1991); Starkey et al.⁸⁰ (1993); Bonetti Filho et al.⁹ (1995); Holland et al.³⁵ (1996); Masters et al.⁵⁵ (1995); Tanomaru Filho et al.⁸³ (1998); Youngson et al.⁹⁸ (1998); Oliver & Abbott⁶¹ (1998); Kontakiotis et al.⁴¹ (2001); Öztan et al.⁶⁴ (2001); Yamashita et al.⁹⁵

(2001); Boussetta et al.¹⁰ (2003); Rajput et al.⁷⁰ (2004); Souza et al.⁷⁷ (2004). Também foram preparadas soluções de azul de metileno na concentração de 1%, baseado nos trabalhos de Tamse et al.⁸¹ (1998); Öztan et al.⁶⁴ (2001); Pommel et al.⁶⁸ (2001); Martell & Chandler⁵⁴ (2002).

Com o objetivo de avaliar se o contato dos cimentos obturadores de canais radiculares com as soluções corantes de azul de metileno a 1% e 2% pode produzir reações que levem a modificações nesses traçadores, foram selecionados três diferentes tipos de cimentos endodônticos: Endofill (cimento à base de óxido de zinco e eugenol), AH Plus (cimento à base de resina plástica) e Sealapex (cimento à base de hidróxido de cálcio).

Os cimentos à base de óxido de zinco e eugenol foram introduzidos na Endodontia em 1936, por Grossman. Originalmente, este produto possuía, em sua fórmula, além do óxido de zinco e eugenol, prata precipitada e óxido de magnésio, os quais apresentavam inconvenientes como a formação de sulfato de prata, o que tornava os dentes manchados. Em 1958, estes elementos foram substituídos por subcarbonato de bismuto e sulfato de bário (LEONARDO⁴⁵, 2005).

Os cimentos à base de óxido de zinco e eugenol são compostos por óxido de zinco e eugenol freqüentemente associados a outras substâncias, com o objetivo de melhorar suas propriedades biológicas e físico-químicas, tais como a radiopacidade, escoamento, adesividade, tempo de presa, tolerância tecidual e ação antimicrobiana (LEONARDO⁴⁵, 2005). Entretanto, a infiltração, tempo de presa, a alteração dimensional, a solubilidade e desintegração desses cimentos variam diretamente em função da proporção pó/líquido e do tempo de armazenamento (SIMÕES FILHO⁷⁵, 1969).

Deve-se chamar atenção ao fato de que nas apresentações comerciais desses cimentos não há forma descritiva da proporção pó/líquido, e com isso os profissionais têm efetuado a

manipulação dos mesmos nas mais diferentes proporções, levando assim a diferentes resultados clínicos (LEONARDO⁴⁵, 2005). Assim, Simões Filho⁷⁵ (1969) recomendou, para a manipulação dos cimentos à base de óxido de zinco e eugenol, uma proporção média ideal de 1,600 g de pó para 0,5ml de líquido. Baseado no trabalho de Simões Filho⁷⁵ (1969), essa foi a proporção utilizada, no presente estudo, para a manipulação do cimento Endofill (Quadro 7).

Os cimentos à base de resina plástica são freqüentemente indicados devido à sua excelente adesão à dentina, havendo muitos estudos atestando sua satisfatória capacidade de selamento marginal (LUSSI et al.⁵¹, 1999; TANOMARU FILHO et al.⁸⁴, 1999; YAMASHITA et al.⁹⁵, 2001). Almeida et al.⁴ (2000) avaliaram, em canais obturados com Fillcanal, Ketac Endo e AH Plus, os níveis de infiltração do corante azul de metileno a 2%. Os autores concluíram que os três cimentos permitiram alguma infiltração, contudo, a infiltração com o cimento AH Plus foi significativamente diferente e menor do que com os cimentos Fillcanal e Ketac Endo. Dentre as propriedades físico-químicas desses cimentos, a radiopacidade se faz marcante (LEONARDO⁴⁵, 2005).

Para o preparo do cimento AH Plus, foi utilizada a proporção de partes iguais da pasta A e da pasta B, sendo o tempo de trabalho, de acordo com o fabricante, de 4h a 23⁰C, e o tempo de presa de 8h a 37⁰C.

Os cimentos à base de hidróxido de cálcio foram idealizados com o objetivo de reunir em um cimento obturador as propriedades biológicas do hidróxido de cálcio puro, adequando-o às propriedades físico-químicas necessárias a um bom selamento do canal radicular. O primeiro cimento à base de hidróxido de cálcio comercializado e introduzido no Brasil foi o Sealapex, em 1984 (LEONARDO⁴⁵, 2005).

Hovland & Dumsha³⁶ (1985), analisando a infiltração marginal do Sealapex, Tubli-Seal e Proco-Sol, não encontraram diferença significativa entre eles, enquanto Alexander & Gordon² (1985) observaram

com o Sealapex um selamento estatisticamente igual ao ocorrido com o cimento de Grossman. Também Lim & Tidmarsh⁴⁸ (1986), comparando a infiltração apical em canais radiculares obturados com Sealapex e AH 26 por um período experimental de uma a 26 semanas, observaram que não houve diferença significativa entre esses dois materiais, resultados esses também verificados por Rothier et al.⁷¹ (1987), comparando o Kerr Pulp Canal Sealer e o Sealapex, os quais foram significativamente inferiores aos verificados nos canais obturados com Proco-Sol.

Leal et al.⁴³ (1987) avaliaram, *in vitro*, o selamento apical de noventa incisivos centrais superiores em canais obturados com Selapex, AH 26 silver free e Fillcanal, verificando que os menores índices de infiltração ocorreram com o Sealapex e o AH 26 silver free e, os maiores, com o Fillcanal.

O Sealapex é um cimento do tipo pasta/pasta composto por duas bisnagas, uma contendo a base e a outra o catalisador, as quais devem ser manipuladas durante 15 a 20s ou até que seja obtida uma mistura de cor homogênea. Segundo o fabricante, após o preparo do cimento, a presa ocorre em aproximadamente 60min a 37⁰C no canal radicular, a um máximo de 0,5mm de espessura e proporcionalmente mais rápida em camadas mais finas.

De acordo com os respectivos fabricantes, o tempo de presa dos cimentos utilizados é: Endofill (20min a 37⁰C), AH Plus (8h a 37⁰C) e Sealapex (60min a 37⁰C). Entretanto, no presente estudo, os espécimes permaneceram em umidade relativa 100% durante 48h para assegurar o total endurecimento dos três cimentos endodônticos, baseado nas observações de Wu & Wesselink⁸⁹ (1993) e Fidel et al.²³ (1995).

Wu & Wesselink⁸⁹ (1993) salientaram que o período de tempo entre a completa presa ou polimerização dos materiais utilizados na obturação e o momento da imersão dos corpos de prova na solução

corante podem influenciar a penetração da solução utilizada nos estudos de infiltração marginal.

Fidel et al.²³ (1995) avaliaram o tempo de endurecimento de alguns cimentos endodônticos que contêm hidróxido de cálcio em suas fórmulas: Apexit, Sealapex, CRCS e Sealer 26. Os autores observaram que o cimento CRCS evidenciou um tempo de endurecimento de 23min; o Apexit , 1h e 30min; o Sealer 26, 41h e 22min e o Sealapex, 45h e 34min.

A solução aquosa de azul de metileno utilizada nos estudos de infiltração marginal é ácida, podendo desmineralizar a dentina e aumentar a penetração do corante (WU & WESSELINK⁸⁹, 1993). Segundo esses autores, vários estudos que utilizam o método da infiltração marginal de corante, não especificam o valor de pH da solução utilizada.

Para a realização deste estudo, quatro soluções corantes foram preparadas e utilizadas para verificar se a imersão dos espécimes de três cimentos endodônticos pode promover alterações em cada uma das soluções analisadas. Duas soluções corantes foram preparadas dissolvendo-se 1g e 2g de azul de metileno em água destilada, sendo denominadas por solução aquosa de azul de metileno a 1% não tamponada (AMNT 1%) e solução aquosa de azul de metileno a 2% não tamponada (AMNT 2%).

Duas outras soluções corantes foram preparadas dissolvendo-se 1g e 2g de azul de metileno em um tampão de fosfato 0,2M ajustado em pH 7, sendo denominadas por solução aquosa de azul de metileno a 1% tamponada (AMT 1%) e solução aquosa de azul de metileno a 2% tamponada (AMT 2%).

Starkey et al.⁸⁰ (1993) utilizaram uma solução tampão de fosfato de potássio monobásico e o hidróxido de sódio 0,05M, ajustada em pH 7, para preparar a solução de azul de metileno a 2%, que apresentou pH 6,78. Para o preparo das soluções de azul de metileno a 1% tamponada (AMT 1%) e da solução de azul de metileno a 2%

tamponada (AMT 2%), foi utilizado um tampão de fosfato 0,2M ajustado em pH 7, a partir da utilização de dois reagentes: fosfato de sódio monobásico e fosfato de sódio dibásico heptahidratado (Quadro 2).

No presente experimento, foi desenvolvida uma matriz de sílica, que permitiu o preparo dos espécimes com dimensão padronizada de 2mm de altura e 3mm de diâmetro. Embora a utilização dessa matriz tenha facilitado muito a execução da metodologia, uma das maiores dificuldades observadas durante a realização da parte experimental foi a obtenção de espécimes íntegros do cimento Sealapex. Aproximadamente um terço dos espécimes retirados da matriz fraturaram-se no momento da remoção. As dificuldades no trabalho com espécimes desse cimento também foram relatadas por Caicedo & Von Fraunhofer¹¹ (1988), Fidel et al.²¹ (1995) e Orstavik et al.⁶³ (2001).

Fidel et al.²¹ (1995) estudaram as alterações dimensionais de alguns cimentos obturadores de canais radiculares que continham hidróxido de cálcio em suas fórmulas: Sealer 26, CRCS, PR-Sealer (experimental), Apexit e Sealapex. Os autores verificaram que o Sealapex não resistiu ao experimento, desintegrando-se. Todos os cimentos sofreram ligeira expansão, com os maiores índices sendo encontrados com o PR-Sealer e os menores com o Sealer 26.

Orstavik et al.⁶³ (2001) analisaram as alterações dimensionais de 11 cimentos endodônticos após armazenamento em água. Os cimentos avaliados foram Proco-Sol, Cimento de Grossman, Pulp Canal Sealer, Tubli-Seal, AH 26, AH 26 silver free, AH Plus, Apexit, Sealapex, Ketac Endo e Roeko Seal. Não foi possível avaliar o cimento Sealapex porque o material sofreu desintegração. Os demais cimentos foram avaliados por um período de 48 semanas. Para a maioria dos materiais, as maiores alterações dimensionais foram verificadas nas primeiras quatro semanas.

Nos estudos sobre microinfiltração marginal de corantes, o período de imersão dos espécimes na solução pode variar de 5min a trinta dias (CHRISTEN & MITCHELL¹⁵, 1966; OLIVER & ABBOTT⁶⁰, 1991). Entretanto, os períodos de imersão mais utilizados nos estudos de microinfiltração marginal de corantes são 24, 48 ou 72h (**24h**: LEONARDO et al.⁴⁶, 1980; HOLLAND et al.³³, 1990; SOUZA⁷⁸, 1991; BONETTI FILHO et al.⁹, 1995; HAMAOKA & MOURA³¹, 1996; ARAUJO et al.⁶, 1999; KONTAKIOTIS et al.⁴¹, 2001; SOUZA et al.⁷⁷, 2004, **48h**: MALOFF et al.⁵³, 1982; MATLOFF et al.⁵⁶, 1982; HIGA et al.³², 1994; TANOMARU FILHO et al.⁸³, 1998; YAMASHITA et al.⁹⁵, 2001; YOUNGSON et al.⁹⁷, 1990; MELLO et al.⁵⁷, 2004 e **72h**: KARAGÖZ-KUÇUKAY et al.³⁷, 1993; MASTERS et al.⁵⁵, 1995; SEN et al.⁷³, 1996; ANTONIO & MOURA⁵, 1997; KATZ et al.³⁸, 1998; TAMSE et al.⁸¹, 1998; MARTELL & CHANDLER⁵⁴, 2002).

No presente estudo, o efeito da imersão dos espécimes em quatro soluções corantes foi analisado nos períodos de 0, 24, 48 e 72h, avaliando-se o pH e a densidade óptica dessas soluções. Alguns outros trabalhos relacionados na literatura utilizaram períodos curtos de imersão dos espécimes no corante, como Christen & Mitchell¹⁵ (1966) (5min, 12min e 1h); Goldman et al.²⁷ (1989) (3h); Limkangwalmongkol et al.⁵⁰ (1991) (3min); Youngson et al.⁹⁸ (1998) (1h). No presente trabalho, a análise das soluções corantes no período 0h de imersão foi realizada para verificar se poderiam ser observadas alterações nos valores de pH e da densidade óptica imediatamente após a imersão dos espécimes.

Ainda, nos estudos de infiltração marginal de corantes, os espécimes imersos nas soluções podem ser mantidos por um período de tempo pré-determinado em estufa, à temperatura de 37°C (LEAL et al.⁴³, 1987; ROTHIER et al.⁷¹, 1987; KERSTEN & MOORER³⁹, 1989; KARAGÖZ-KÜÇÜKAY³⁷, 1993; AHLBERG et al.¹, 1995; POMMEL et al.⁶⁸, 2001; MARTELL & CHANDLER⁵⁴, 2002) ou a temperatura ambiente (KATZ et al.³⁸, 1998).

Durante a realização do estudo, cada condição experimental foi constituída por um espécime de cada cimento endodôntico, o qual foi imerso em 0,7ml da solução corante por 0, 24, 48 ou 72h, sendo mantido em temperatura ambiente ($23 \pm 3^{\circ}\text{C}$). No experimento realizado por Wu et al.⁹² (1998), cada condição experimental foi mantida a temperatura de 20°C .

Pizzolato et al.⁶⁷ (2002) verificaram que a rodamina B é susceptível a degradação solar natural. Assim, os frascos utilizados para o armazenamento das soluções corantes, nos quais os espécimes foram imersos, apresentavam cor âmbar (Figura 4) para evitar a fotodegradação das soluções durante a realização do experimento.

O conceito de pH foi introduzido por Sorensen em 1909, sendo definido como a concentração de prótons (H^+) de uma solução e se baseia no equilíbrio iônico das substâncias básicas ou ácidas quando misturadas à água. Pode ser medido pela adição de um indicador de pH que muda de cor dependendo do pH da solução, ou utilizando-se um pHmetro, que consiste de um dispositivo eletrônico com uma célula eletrolítica que afere a concentração de íons hidrogênio numa escala de 0 a 14*.

Tronstad et al.⁸⁷ (1981) avaliaram as alterações no pH em dentes de macacos após a aplicação de pasta de hidróxido de cálcio no canal radicular, utilizando-se de indicadores de pH. Alterações no pH promovidas pelos materiais endodônticos (STARKEY et al.⁸⁰, 1993; CARNEIRO & BARBOSA¹⁴, 1998; DUARTE et al.¹⁸, 2000; DUARTE et al.¹⁷, 2004; KUBO⁴², 2004) ou diferentes pastas com hidróxido de cálcio na composição (PÉREZ et al.⁶⁶, 2001; PACIOS et al.⁶⁵, 2003; FERREIRA et al.²⁰, 2004) foram avaliadas utilizando pHmetros.

*Disponível em http://www.iupac.org/reports/provisional/abstract01/rondinini_310101.html
Acesso em: 10 de maio de 2005.

No presente estudo o pH das soluções corantes antes e após a imersão dos espécimes, por diferentes períodos de tempo, também foi avaliado com pHmetro (Modelo MP 220, Mettler Toledo) (Figura 6).

O método espectrofotométrico baseia-se na absorção da radiação eletromagnética nos comprimentos de onda entre o ultravioleta e o infravermelho (1nm a 10 μ m)*. Para a realização deste estudo foi utilizado um espectrofotômetro, aparelho que faz passar um feixe de luz monocromática através de uma solução, e mede a quantidade de luz que foi absorvida por essa solução a cada comprimento de onda. Assim, a densidade óptica de quatro soluções corantes de azul de metileno e o efeito da imersão de espécimes de três cimentos endodônticos por 0, 24, 48 ou 72h na densidade óptica dessas soluções, foi avaliado utilizando-se espectrofotômetro (Shimadzu, UV 1203, Kyoto, Japão) (Figura 7) e uma cubeta ou célula de vidro com caminho óptico de 1cm. As soluções do corante azul de metileno, tamponadas ou não, apresentaram pico máximo de absorção em 596nm, verificado em estudo prévio*.

Para a determinação da densidade óptica de cada réplica da condição experimental, removeu-se do frasco de vidro âmbar uma alíquota de 0,1ml da solução corante, que foi transferida para um tubo de ensaio, e, diluída em 1,9ml de água deionizada (Figura 8), sendo agitada levemente para homogeneização. Essa diluição foi baseada nos trabalhos de Wu et al.⁹² (1998), Öztan et al.⁶⁴ (2001) e Kubo⁴² (2004).

* Disponível em <http://www.uac.pt/~costa/introd%20espectrof.doc>. Acesso em: 10 de maio de 2005.

* KUBO, C.H.; VALERA, M.C.; GOMES, A.P.M.; MANCINI, M.N.G.; CAMARGO, C.H.R. Effect of endodontic materials on optical density of dyes used in marginal leakage studies. Int Endod J, 2003 (enviado para publicação).

6.2 Discussão dos resultados

6.2.1 Avaliação dos dados de pH e da densidade óptica das soluções corantes sem a imersão dos espécimes

No presente estudo, a avaliação do pH e da densidade óptica das soluções corantes, sem a imersão dos espécimes dos cimentos endodônticos, foi realizada para controlar o método de análise do experimento e permitir a avaliação das soluções corantes de azul de metileno (tamponadas ou não) ao longo do tempo (0, 24, 48 e 72h).

Observando-se a Tabela 1 e a Figura 11, pode-se verificar que houve pequena variação nos valores de pH para cada uma das quatro soluções corantes de azul de metileno (1% ou 2%, tamponadas ou não) nos diferentes períodos de tempo de análise. Os valores mínimo e máximo de pH para cada solução corante foram, respectivamente: AMT 1% (6,59 e 6,90); AMNT 1% (2,10 e 2,37); AMT 2% (6,43 e 6,78); AMNT 2% (3,96 e 4,31) (Quadro 8 - Apêndice A). Valores próximos foram observados por outros autores (SOUZA⁷⁸, 1991; STARKEY et al.⁸⁰, 1993; MORGAN & BAUMGARTNER⁵⁸, 1997; YOUNGSON et al.⁹⁸, 1998).

Starkey et al.⁸⁰ (1993) utilizaram cinco tipos de solução de azul de metileno a 2%, que foram preparadas em solução tampão ajustadas em pH 1, 2, 3, 5 e 7. Prepararam também uma solução de azul de metileno a 2% em água deionizada (pH=6,45) que apresentou pH igual a 2,66. Os autores verificaram a dissolução dos ápices radiculares dos espécimes que foram imersos nas soluções corantes com pH menor ou igual a cinco, por sete dias.

Morgan & Baumgartner⁵⁸ (1997) prepararam a solução de azul de metileno a 2% em água destilada com pH 5,0 e obtiveram uma

solução com pH 3,4. A solução de azul de metileno a 1% preparada pelos mesmos autores teve pH 3,7.

Youngson et al.⁹⁸ (1998) prepararam diferentes soluções corantes e avaliaram o pH. Os autores verificaram que a solução aquosa de azul de metileno a 2% preparada com água bidestilada apresentou pH igual a 3,45. Resultados próximos foram verificados no presente estudo, em que a solução aquosa de azul de metileno a 2%, preparada com água destilada, apresentou valores médios de pH de 4,10, 4,27 e 4,31 (Tabela 1 - tempo 0h).

Souza⁷⁸ (1991) utilizou a solução de azul de metileno a 2% com pH 6,5 para avaliar a infiltração marginal de obturações de canais radiculares. A solução foi preparada dissolvendo o corante em saliva artificial que apresentava pH igual a 6,9.

Starkey et al.⁸⁰ (1993), dissolveram 2g do corante (peso molecular igual a 319,9) em 100ml de uma solução tampão (fosfato de potássio monobásico e hidróxido de sódio), ajustada em pH 7, para preparar a solução de azul de metileno a 2%, que apresentou pH 6,78. Youngson et al.⁹⁸ (1998) verificaram que o preparo da solução corante de azul de metileno a 2%, com um tampão de fosfato, permitiu que a solução corante apresentasse pH igual a 6,96.

Para a realização do presente estudo, as soluções de azul de metileno a 1% e 2% tamponadas foram preparadas utilizando-se um tampão de fosfato 0,2M, ajustado em pH 7, e os valores obtidos foram 6,78, 6,85 e 6,78 para a solução de AMT 1% e 6,62, 6,61 e 6,76 para a solução de AMT 2% (Tabela 1 - tempo 0h).

Tampões, segundo Lehninger et al.⁴⁴ (1995), são “substâncias que, em solução aquosa, dão a estas soluções a propriedade de resistir às variações do seu pH, quando às mesmas são adicionadas quantidades relativamente pequenas de ácido (H^+) ou base (OH^-)”. Logo, um sistema tampão consiste em um ácido fraco (o doador de prótons) e sua base conjugada (o receptor de prótons).

Pode-se perceber no entanto que, mesmo procurando promover o tamponamento das soluções de azul de metileno utilizando uma solução tampão de fosfato com pH ajustado em 7, ocorreu redução dos valores finais de pH da solução de azul de metileno a 1% tamponada (pH=6,78, 6,85 e 6,78, tempo 0h, Tabela 1) e da solução de azul de metileno a 2% tamponada (pH = 6,62, 6,61 e 6,76, tempo 0h, Tabela 1), em relação ao pH da solução tampão utilizada para o preparo das soluções corantes (pH=7). Resultados semelhantes também foram observados por Souza⁷⁸ (1991), Starkey et al.⁸⁰ (1993) e Youngson et al.⁹⁸ (1998) em seus trabalhos.

É importante observar que, no trabalho de Youngson et al.⁹⁸ (1998), as soluções de azul de metileno a 2% e de eosina a 5% não tamponadas apresentaram maiores valores de penetração de corante na dentina, em relação às mesmas soluções corantes tamponadas.

Observando-se os dados de pH apresentados na Tabela 1, verifica-se que as soluções de azul de metileno a 1% e 2% não tamponadas apresentaram valores de pH inferiores a 5, apresentando a capacidade de desmineralizar a dentina (STARKEY et al.⁸⁰, 1993) e facilitar a penetração do corante (WU & WESSELINK⁸⁹, 1993; YOUNGSON et al.⁹⁸, 1998).

Observando-se as Tabelas 2 e 3, pode-se verificar que os valores da densidade óptica mantiveram-se estáveis para cada uma das quatro soluções corantes de azul de metileno (1% ou 2%, tamponadas ou não) nos diferentes períodos de tempo de análise. Os valores mínimo e máximo da densidade óptica para cada solução corante foram, respectivamente: AMT 1% (0,943 e 0,999); AMNT 1% (0,919 e 0,984); AMT 2% (0,926 e 0,998); AMNT 2% (0,905 e 0,980) (Quadro 8 - Apêndice A).

Por meio do teste de comparação múltipla de Tukey (Tabela 3) foram estabelecidos três conjuntos de mesmo desempenho representados pelas letras A, B e C, em termos de densidade óptica, para

cada período de tempo de análise, independentemente do grupo experimental (cimento endodôntico). Pode-se verificar que, para uma mesma solução corante, em relação ao tempo 0 h, não foram verificadas diferenças estatisticamente significantes nos valores da densidade óptica, mostrando que o tempo não influenciou o comportamento das soluções ao longo do experimento.

Wu et al.⁹² (1998) analisaram a descoloração da solução de azul de metileno a 1%, ajustada em pH 7, após o contato com diferentes materiais por 24, 48 e 72 h. Os autores analisaram alíquotas de 0,1ml da solução corante diluída em 1,9 ml de água destilada, empregando um espectrofotômetro ajustado em 596nm. A análise da solução corante antes da imersão evidenciou que a mesma apresentava o valor de densidade óptica igual a 0,639. A imersão dos espécimes, por diferentes períodos de tempo (grupo controle), promoveu alterações não significantes na densidade óptica da solução de azul de metileno a 1% tamponada.

Öztan et al.⁶⁴ (2001) utilizaram metodologia semelhante a de Wu et al.⁹² (1998) para analisar as soluções de azul de metileno a 1% ou 2% e a tinta da Índia. Os autores analisaram alíquotas de 0,1ml de cada solução corante diluída em 1,9ml de água destilada, empregando um espectrofotômetro ajustado em 416nm. A análise da densidade óptica da solução corante após a imersão dos tubos de silicone vazios (controle), nos diferentes períodos de tempo, evidenciou que as soluções corantes mantiveram-se estáveis nos diferentes períodos de análise, apresentando valores que variaram de 0,509 a 0,545 para a solução de AMT 1% e 0,498 a 0,558 para a solução de AMT 2%.

No presente estudo, a diluição utilizada para análise das soluções corantes foi semelhante à utilizada por Wu et al.⁹² (1998) e Öztan et al.⁶⁴ (2001) e o espectrofotômetro foi ajustado em 596nm para análise das soluções de azul de metileno a 1% e 2%. Embora o comportamento dos valores da densidade óptica entre os trabalhos tenha

vido semelhante, as diferenças na metodologia de realização do experimento (utilizando raízes ou tubos de silicone), preparo das soluções com utilização de tampão e comprimento de onda utilizado para análise no espectrofotômetro podem ter contribuído para os diferentes valores iniciais da densidade óptica das soluções corantes quando comparados com Wu et al.⁹² (1998) e Öztan et al.⁶⁴ (2001).

6.2.2 Avaliação dos dados de pH e da densidade óptica das soluções corantes após a imersão dos espécimes

Observando-se a Tabela 4 e a Figura 13, pode-se verificar que ocorreu um aumento gradual nos valores de pH para as soluções de AMNT 1% e AMNT 2%, nos diferentes períodos de tempo de análise, após a imersão dos espécimes do cimento Endofill. Houve pequena variação nos valores de pH das soluções tamponadas (AMT 1% e AMT 2%), apresentando comportamento mais estável. Os valores mínimo e máximo de pH para cada solução corante foram, respectivamente: AMT 1% (6,74 e 7,28); AMNT 1% (3,10 e 5,15); AMT 2% (6,46 e 6,90); AMNT 2% (4,42 e 5,75) (Quadro 9 - Apêndice A).

Após a imersão dos espécimes do cimento AH Plus, pôde-se verificar que houve pequena variação nos valores de pH para as soluções corantes de AMT 1% e AMT 2%, nos diferentes períodos de tempo de análise. Observa-se também que houve aumento nos valores de pH para as soluções de AMNT 1% e AMNT 2% (Tabela 5 e Figura 14). Os valores mínimo e máximo de pH para cada solução corante foram, respectivamente: AMT 1% (6,80 e 6,95); AMNT 1% (2,33 e 3,80); AMT 2% (6,48 e 6,71); AMNT 2% (5,68 e 6,10) (Quadro 9 - Apêndice A).

Pode-se observar na Tabela 6 e Figura 15, que a imersão dos espécimes do cimento Sealapex promoveu aumento nos valores de pH para todas as soluções corantes. Foram observados valores de pH maiores que 9,0 após 72h de imersão dos espécimes do cimento Sealapex nas soluções corantes tamponadas (AMT 1% e AMT 2%) (Quadro 9 - Apêndice A). Os valores mínimo e máximo de pH para cada solução corante foram, respectivamente: AMT 1% (6,80 e 9,49); AMNT 1% (5,80 e 6,56); AMT 2% (6,81 e 9,50); AMNT 2% (5,00 e 6,52) (Quadro 9 - Apêndice A).

Esses resultados foram semelhantes aos verificados por outros autores (TRONSTAD et al.⁸⁷, 1981; STARKEY et al.⁸⁰, 1993; CARNEIRO & BARBOSA¹⁴, 1998; DUARTE et al.¹⁸, 2000; DUARTE et al.¹⁷, 2004).

Carneiro & Barbosa¹⁴ (1998) realizaram um trabalho com o objetivo de avaliar o pH de oito cimentos endodônticos comumente utilizados na clínica endodôntica (Fillcanal, Sealer 26, AH 26, N-Rickert, Endomethasone, Rickert-sp, CRCS e Pasta FS). Durante 15 dias a avaliação do pH foi realizada para avaliar as alterações que o cimento produzia em meio aquoso. Os resultados mostraram que os cimentos sofreram desintegração e dissolução em meio aquoso, alterando o pH do meio. Sealer 26, CRCS, Fillcanal e AH 26 foram os mais alcalinos. Esses autores observaram também que o CRCS (cimento a base de hidróxido de cálcio mas também possui óxido de zinco e eugenol na composição) foi o mais solúvel dos cimentos analisados. Segundo os autores, a alta solubilidade desse cimento libera hidróxido de cálcio, que justifica um pH tão elevado. O eugenolato de cálcio formado possui um pH em torno de 8,6.

Segundo Tronstad et al.⁸⁷ (1981), os cimentos endodônticos modificam o pH do meio que os envolve. Tal fato decorre da interação do cimento com a água. As substâncias sólidas ao serem colocadas em água podem se solubilizar, conforme o seu grau de solubilidade. O soluto, quando dissolvido, sofrerá processo de ionização ou dissociação iônica. Dissociação é a separação dos átomos de uma molécula que tornam-se hidratados e depois ionizam-se. Ocorre freqüentemente com os sais. Estes alteram não só a concentração de íons $[H^+]$, mas também a solubilidade das substâncias levemente solúveis. Ionização significa formação de íons e ocorre com ácidos e bases. Ambos fenômenos dependem mais das forças de ligação entre as moléculas do que da quantidade de soluto dissolvido (CARNEIRO & BARBOSA¹⁴, 1998).

No presente trabalho, o aumento gradual nos valores de pH das soluções corantes não tamponadas (Tabelas 4, 5 e 6, Figuras 13, 14 e 15) foi observado após a imersão dos espécimes dos cimentos Endofill, AH Plus e Sealapex. A solubilidade desses cimentos em meio aquoso, com pH menor que 7, pode ter contribuído para os resultados obtidos.

Das várias substâncias que formam os cimentos endodônticos, algumas são, virtualmente, insolúveis, como a prata e o sulfato de bário que não provocam alterações no pH, e outras levemente solúveis ou solúveis, isoladas, que provocam alterações significativas, como o hidróxido de cálcio (pH 12,3) e o formaldeído (pH 3,9). Quando juntas, a variação tenderá para a substância mais forte. Se ambos forem fortes, a solução tenderá para o neutro (CARNEIRO & BARBOSA¹⁴, 1998). Entretanto, segundo Carneiro & Barbosa¹⁴ (1998), se ocorre tal interação, significa que os cimentos sofrem desintegração e dissolução em meio aquoso. Essa desintegração pode não ser significativa em termos físicos, mas é capaz de tornar o pH do meio de ácido a neutro ou até extremamente básico em curto período de tempo.

Os cimentos à base de óxido de zinco e eugenol formam o eugenolato de zinco, que é facilmente hidrolisado pela água, liberando hidróxido de zinco (insolúvel) e eugenol (pH 6,4), segundo Carneiro & Barbosa¹⁴ (1998). Duarte et al.¹⁷ (2004) avaliaram o pH das soluções aquosas em que espécimes do cimento AH Plus e do cimento de óxido de zinco e eugenol permaneceram imersos por 24h, 48h e sete dias. Os autores verificaram os seguintes valores médios de pH: 7,10, 7,21 e 7,38 para o cimento AH Plus e 6,89, 7,01 e 6,97 para o cimento de OZE, respectivamente.

Arnold et al.⁷ (1997) e Schäfer & Zandbiglari⁷⁴ (2003) verificaram que a imersão de espécimes de materiais endodônticos em soluções com pH inferiores a 7 pode aumentar a solubilidade do material, promovendo a desintegração e perda de peso dos diferentes materiais.

Arnold et al.⁷ (1997) verificaram que o pH da solução de imersão (água ou solução salina variando de 5,5 a 7,4) teve influência direta na perda de peso (desintegração) do cimento Super-EBA (um cimento à base de óxido de zinco e eugenol).

A solubilidade e desintegração do cimento Sealapex foi relatada por vários autores na literatura (FIDEL et al.²¹, 1995; DUARTE et al.¹⁸, 2000; ORSTAVIK et al.⁶³, 2001; SCHÄFER & ZANDBIGLARI⁷⁴, 2003).

Fidel et al.²¹ (1995) estudaram as alterações dimensionais de alguns cimentos obturadores de canais radiculares que continham hidróxido de cálcio em suas fórmulas: Sealer 26, CRCS, PR-Sealer (experimental), Apexit e Sealapex. Os autores verificaram que o Sealapex não resistiu ao experimento, desintegrando-se. Todos os cimentos sofreram ligeira expansão, com os maiores índices sendo encontrados com o PR-Sealer e os menores com o Sealer 26.

Orstavik et al.⁶³ (2001) analisaram as alterações dimensionais de 11 cimentos endodônticos após armazenamento em água. Os cimentos avaliados foram Proco-Sol, Cimento de Grossman, Pulp Canal Sealer, Tubli-Seal, AH 26, AH 26 silver free, AH Plus, Apexit, Sealapex, Ketac Endo e Roeko Seal. Não foi possível avaliar o cimento Sealapex porque o material sofreu desintegração. Os demais cimentos foram avaliados por um período de 48 semanas. Para a maioria dos materiais, as maiores alterações dimensionais foram verificadas nas primeiras quatro semanas. O cimento AH Plus apresentou expansão de 0,4% após quatro semanas até 1,2% nos períodos posteriores.

Schäfer & Zandbiglari⁷⁴ (2003) avaliaram a solubilidade de vários cimentos endodônticos em água ou saliva artificial. Os cimentos utilizados foram: AH 26, AH Plus, RSA Roeko Seal, Apexit, Sealapex, Aptal-Harz, Ketac Endo e Diaket. Os espécimes foram imersos em água bi-destilada ou saliva artificial com diferentes valores de pH (7,0, 5,7 e 4,5)

durante 30s, 1min, 2min, 5min, 10min, 1h, 2h, 10h, 24h, 48h, 72h, 14 dias e 28 dias. Os resultados mostraram que a maioria dos cimentos teve baixa solubilidade, entretanto o Sealapex, Aptal-Harz e Ketac Endo mostraram grande perda de peso em água e em saliva artificial. Em períodos de imersão maiores que 10h, o cimento Sealapex foi mais solúvel em água que em saliva artificial. Em períodos maiores que 14 dias, o Sealapex mostrou a maior perda de peso (5,55 a 10,14%) quando comparado aos outros cimentos. Os resultados mostraram que o AH Plus apresentou a menor perda de peso entre todos os cimentos testados, independentemente do meio de imersão utilizado (saliva artificial ou água).

As soluções corantes não tamponadas apresentaram valores médios de pH inferiores aos das soluções tamponadas (Tabelas 4, 5 e 6). O tamponamento das soluções corantes foi realizado tendo como objetivo a manutenção de um pH constante durante o experimento, entretanto, houve aumento nos valores de pH dessas soluções, especialmente após a imersão dos espécimes do cimento Sealapex (Tabela 6 e Figura 15).

Segundo Starkey et al.⁸⁰ (1993), após a imersão de raízes retrobturadas com diferentes materiais por sete dias, houve aumento do pH da solução corante de azul de metileno a 2% tamponada e um aumento significativo da solução não tamponada.

É importante ressaltar que, as soluções de azul de metileno a 1 e 2% não tamponadas apresentaram valores menores que 7 (pH ácido) em todos os grupos experimentais. Esses resultados confirmam as observações de Wu & Wesselink⁸⁹ (1993) de que as soluções de azul de metileno preparadas em água destilada são ácidas, podendo provocar a desmineralização da estrutura dentária (STARKEY et al.⁸⁰, 1993). Esses resultados sugerem que as soluções aquosas de AMNT 1% e AMNT 2% não deveriam ser utilizadas nos estudos de infiltração marginal.

Analisando-se os dados da densidade óptica após a imersão dos espécimes do cimento Endofill, pode-se observar que o comportamento das quatro soluções corantes não foi igual (Tabela 7 e Figura 16). A imersão imediata (tempo 0h) promoveu aumento nos valores da densidade óptica de todas as soluções corantes, ocorrendo redução desses valores 72h após a imersão dos espécimes do cimento Endofill, sendo significativa apenas na solução de AMT 1% (Tabela 9). Os valores mínimo e máximo da densidade óptica para cada solução corante foram, respectivamente: AMT 1% (1,019 e 1,122); AMNT 1% (0,877 e 1,037); AMT 2% (0,845 e 1,095); AMNT 2% (0,908 e 1,027) (Quadro 9 - Apêndice A).

Observando-se a Tabela 10 e a Figura 17, verifica-se que o comportamento das soluções corantes tamponadas, após a imersão dos espécimes do cimento AH Plus, não foi igual às soluções corantes não tamponadas. A imersão dos espécimes do cimento AH Plus não promoveu alterações significantes nos valores da densidade óptica das soluções corantes tamponadas (AMT 1% e AMT 2%) para qualquer período de tempo de análise (Tabela 12). Entretanto, pôde ser verificada redução significativa da densidade óptica após 48h de imersão dos espécimes nas soluções corantes não tamponadas (AMNT 1% e AMNT 2%) (Tabelas 10 e 12). Os valores mínimo e máximo da densidade óptica para cada solução corante foram, respectivamente: AMT 1% (0,920 e 0,997); AMNT 1% (0,848 e 0,991); AMT 2% (0,906 e 0,985); AMNT 2% (0,862 e 0,981) (Quadro 9 - Apêndice A).

Observando-se a Tabela 13 e a Figura 18, verifica-se que o comportamento das quatro soluções corantes, após a imersão dos espécimes do cimento Sealapex, não foi igual. A imersão dos espécimes do cimento Sealapex promoveu redução nos valores da densidade óptica da solução de azul de metileno a 1% tamponada quando os espécimes foram imersos por 24 e 48h, sem diferenças estatísticas significantes. A imersão na solução de azul de metileno a 1% não tamponada promoveu

redução significativa na densidade óptica após a imersão dos espécimes por 48h. Já a imersão dos espécimes do cimento Sealapex nas soluções de AMT 2% e AMNT 2% promoveu aumento nos valores da densidade óptica das soluções corantes após a imersão por 24h, 48h e 72h (Tabelas 13 e 15), sendo significantes apenas no período de 24h. Os valores mínimo e máximo da densidade óptica para cada solução corante foram, respectivamente: AMT 1% (0,956 e 0,998); AMNT 1% (0,913 e 0,984); AMT 2% (0,923 e 1,044); AMNT 2% (0,909 e 0,979) (Quadro 9 - Apêndice A).

Wu et al.⁹² (1998) verificaram redução significativa nos valores da densidade óptica da solução de azul de metileno a 1% após contato com o agregado de trióxido de mineral e hidróxido de cálcio. Segundo Coffey¹⁶ (1978), o azul de metileno é susceptível à oxidação e à hidrólise do grupamento amina em meios cáusticos ($\text{pH} > 7$), promovendo a formação do thional (composto incolor).

É possível que, com o aumento dos valores de pH das soluções corantes não tamponadas, tenha ocorrido a formação do thional (composto incolor) segundo Coffey¹⁶ (1978), causando redução nos valores da densidade óptica observados.

Segundo WU et al.⁹² (1998), o corante pode descolorir em contato com os materiais em teste (tanto o que penetrou na interface material-preparo cavitário através de falhas na restauração, como o contido no recipiente em que os espécimes para análise da infiltração permaneceram imersos), dependendo de suas propriedades químicas. Conseqüentemente, a solução corante infiltrada na interface estaria descolorida, não podendo ser visualizada nos estudos de infiltração marginal, induzindo ao registro errôneo da extensão da infiltração.

Além disso, a temperatura, o pH e a concentração das soluções corantes podem alterar o seu comportamento espectrofotométrico (LEVSHIN & GORSHKOV⁴⁷, 1961).

Segundo Öztan et al.⁶⁴ (2001), a dissolução dos cimentos endodônticos pode provocar o aumento da densidade óptica das soluções corantes. Quanto menos solúvel for o material, menor será a possibilidade de ocorrer uma interação química na estrutura da solução devido a presença de partículas do material na solução corante. De acordo com Öztan et al.⁶⁴ (2001), o aumento dos valores da densidade óptica indica uma interação química da solução com partículas dos materiais imersos que foram solubilizados, com transferência de partículas para a solução. Logo, neste estudo, o aumento dos valores da densidade óptica das soluções corantes, especialmente após a imersão dos espécimes do cimento Sealapex, pode ter ocorrido em decorrência da presença de componentes do material de imersão (cimento endodôntico) na solução corante.

Por outro lado, de acordo com Öztan et al.⁶⁴ (2001), também pode ocorrer redução nos valores da densidade óptica das soluções corantes. Verifica-se que, no presente trabalho, ocorreu redução nos valores da densidade óptica em todas as soluções corantes após a imersão dos espécimes do cimento Endofill, sendo significativa apenas na solução de AMT 1% (Tabelas 7 e 9). Ocorreu redução também nos valores da densidade óptica em todas as soluções corantes após a imersão dos espécimes do cimento AH Plus, sendo significativa apenas nas soluções de AMNT 1% e AMNT 2% (Tabelas 10 e 12).

No trabalho de Wu et al.⁹² (1998), os autores relataram que a presença de agentes redutores como o zinco, o cobre e a prata, e ainda, a presença de polímeros de alto peso molecular, presentes em alguns materiais odontológicos, pode reduzir ou adsorver o azul de metileno, descolorindo a solução corante. Segundo Gupta et al.²⁹ (2004), subprodutos das indústrias de alumínio podem ser utilizados para remover os corantes de soluções aquosas por adsorção. Ainda Pizzolato et al.⁶⁷ (2002) verificaram que o hipoclorito de sódio, ajustado

em pH 7, degrada por oxidação a rodamina B, removendo a cor da solução corante.

Holland et al.³⁴ (1991) realizaram um estudo para avaliar e comparar a infiltração de vários cimentos endodônticos: quatro cimentos à base de hidróxido de cálcio (Sealapex, CRCS, New B2 e um cimento experimental), três cimentos à base de óxido de zinco e eugenol (o próprio óxido de zinco e eugenol, Fill Canal, Pulp Canal Sealer) e um cimento à base de resina epóxica (AH 26). Os autores verificaram que a infiltração marginal aos 75 dias foi maior que a observada em 24h para todos os cimentos obturadores avaliados. Os cimentos à base de hidróxido de cálcio e resina epóxica promoveram melhor selamento marginal quando comparados aos cimentos à base de óxido de zinco e eugenol. É importante relatar que Holland et al.³⁴ (1991) observaram que a intensidade da área de coloração no tempo de 24h foi maior do que nos períodos de tempo mais curtos, facilitando inclusive a sua melhor visualização. O corante utilizado pelos autores foi o azul de metileno a 2% (não tamponado) por 24h. Pôde-se perceber que, no presente trabalho, houve aumento significativo nos valores da densidade óptica da solução de AMNT 2% no período de 24h de imersão (cimento Sealapex).

Segundo Wu et al.⁹² (1998), o corante que penetra na falha localizada na interface dente-material de selamento, pode ser descolorido pela relação da área de contato do corante com o material de selamento (S) e o volume da solução corante contida na falha (V). Segundo os autores, quanto a relação S/V na falha for igual a 196mm^{-1} , pode ocorrer a descoloração do corante. Entretanto, os autores verificaram a descoloração da solução de azul de metileno a 1% mesmo quando a relação S/V foi igual a $0,010\text{mm}^{-1}$. Wu et al.⁹² (1998) utilizaram a relação S/V que variou de $0,010$ a $0,013\text{mm}^{-1}$ e verificaram redução da densidade óptica do corante de 73% e 84%, quando espécimes de hidróxido de cálcio e de MTA foram imersos na solução de azul de metileno a 1%, com pH 7, respectivamente. No presente estudo, foi

utilizada uma matriz de silicona, que permitiu o preparo dos espécimes com 2mm de altura e 3mm de diâmetro. A superfície de contato do corante com o material de selamento (S) foi igual a $32,97\text{mm}^2$ e o volume da solução (V), onde os espécimes foram mantidos imersos, foi igual a 0,7ml (700mm^3). Assim, a relação S/V adotada no trabalho foi igual a $0,0471\text{mm}^{-1}$.

Souza et al.⁷⁷ (2004) avaliaram a infiltração apical do azul de metileno a 2% e da rodamina B a 2% em função da composição química do cimento endodôntico utilizado para obturação dos canais radiculares. Os autores verificaram que o corante azul de metileno, quando comparado a rodamina B, apresentou menores níveis de infiltração nos cimentos Endofill, Sealer 26 e Sealapex, sugerindo uma incapacidade da solução de azul de metileno a 2% em revelar a totalidade da falha da obturação realizada com estes cimentos.

De acordo com os resultados de Wu et al.⁹² (1998), Öztan et al.⁶⁴ (2001) e os verificados no presente estudo, diferentes materiais podem interagir com os corantes empregados no estudo da infiltração marginal, em diferentes períodos de tempo, podendo alterar a difusão ou a coloração do agente traçador, influenciando a avaliação dos resultados. Pôde-se verificar que o comportamento dos valores da densidade óptica das soluções corantes tamponadas e não tamponadas, variou conforme a imersão de cada cimento endodôntico.

Assim, pôde-se verificar que, a análise do pH e da densidade óptica das soluções corantes antes e após a imersão de diferentes materiais por diferentes períodos de tempo, permite verificar qual a solução corante que apresenta menor interação com o material de imersão. É recomendável a análise prévia da influência dos materiais na densidade óptica do corante a ser utilizado nos estudos de infiltração marginal.

7 CONCLUSÕES

Considerando os resultados obtidos, julgamos poder concluir que:

- a) as soluções corantes de azul de metileno tamponadas e não tamponadas apresentaram pequena variação nos valores de pH e densidade óptica antes do contato com os cimentos endodônticos;
- b) as soluções corantes não tamponadas apresentaram valores de pH menores que as tamponadas, independentemente do contato com qualquer cimento endodôntico;
- c) a imersão dos espécimes dos cimentos Endofill e AH Plus promoveu pequena variação nos valores de pH das soluções de azul de metileno tamponadas e aumento nos valores de pH das soluções não tamponadas;
- d) a imersão dos espécimes do cimento Sealapex promoveu aumento nos valores de pH das soluções de azul de metileno tamponadas e não tamponadas;
- e) os cimentos endodônticos promoveram alterações nos valores da densidade óptica das soluções de azul de metileno tamponadas e não tamponadas nos diferentes períodos de tempo de análise, sendo essa alteração diferente para cada cimento utilizado.

8 REFERÊNCIAS*

- 1 AHLBERG, K.M.F.; ASSAVANOP, P.; TAY, W.M. A comparison of the apical dye penetration patterns shown by methylene blue and India Ink in root-filled teeth. **Int Endod J**, v.28, n.1, p.30-4, Jan. 1995.
- 2 ALEXANDER, J.B.; GORDON, T.M. A comparison of the apical seal produced by two calcium hydroxide sealers and a Grossman-type sealer when used with laterally condensed gutta-percha. **Quintessence Int**, v.9, p.615-21, 1985.
- 3 AL-GHAMDI, A.; WENBERG, A. Testing of sealing ability of endodontic filling materials. **Endod Dent Traumatol**, v.10, n.6, p.249-55, 1994.
- 4 ALMEIDA, W.A. et al. Evaluation of apical sealing of three endodontic sealers. **Int Endod J**, v.33, p.25-7, 2000.
- 5 ANTONIO, M.P.S.; MOURA, A.A.M. Análise *in vitro* do selamento marginal apical de obturações realizadas com cones de gutta-percha associados a quatro tipos de cimentos. **Rev Odontol Univ São Paulo**, v.11, n.1, p.61-6, jan./mar. 1997.

* Baseado em:
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Informação e documentação**: referências, elaboração, NBR 6023. Rio de Janeiro, 2002. 23p.

- 6 ARAÚJO, R.M. et al. Influência de diferentes meios de armazenamento de dentes extraídos na infiltração marginal. **J Bras Clin Estét Odontol**, v.3, n.14, p.31-5, 1999.
- 7 ARNOLD, J.W. et al. The disintegration of Super EBA cement in solutions with adjusted pH and osmolarity. **J Endod**, v.23, n.11, p.663-8, Nov. 1997.
- 8 BARTHEL, C.R. et al. Bacterial leakage versus dye leakage in obturated root canals. **Int Endod J**, v.32, n.5, p.370-5, 1999.
- 9 BONETTI FILHO, I. et al. Capacidade seladora de novos cimentos obturadores através da infiltração do corante azul de metileno a 2%. **Rev Gaúcha Odontol**, v.43, n.4, p.221-4, jul./ago. 1995.
- 10 BOUSSETTA, F. et al. In vitro evaluation of apical microleakage following canal filling with a coated carrier system compared with lateral and thermomechanical gutta-percha condensation techniques. **Int Endod J**, v.36, n.5, p.367-71, May 2003.
- 11 CAICEDO, R.; VON FRAUNHOFER, J.A. The properties of endodontic sealer cements. **J Endod**, v.14, n.11, p.527-34, Nov. 1988.
- 12 CAMPS, J.; PASHLEY, D. Reliability of the dye penetration studies. **J Endod**, v.29, n.9, p.592-4, Sept. 2003.
- 13 CANOVA, G.C. et al. Estudo do poder flogógeno de quatro cimentos obturadores de canais radiculares por meio do teste edemogênico. **Rev Fac Odontol Bauru**, v.10, n.3, p.128-33, jul./set. 2002.

- 14 CARNEIRO, D.F.; BARBOSA, S.V. Avaliação do pH dos cimentos endodônticos e considerações clínicas. **ROBRAC**, v.7, n.24, p.6-10, 1998.
- 15 CHRISTEN, A.G.; MITCHELL, D.F. A fluorescent dye method for demonstrating leakage around dental restorations. **J Dent Res**, v.45, n.5, p.1485-92, Sept./Oct. 1966.
- 16 COFFEY, S. Heterocyclic compounds. In:_____. **Rodd's chemistry of carbon compounds: a modern comprehensive treatise**. 2.ed. Amsterdam: Elsevier Scientific, 1978. v.4H, p.531-2
- 17 DUARTE, M.A.H.; DEMARCHI, A.C.C.O.; MORAES, I.G. Determination of pH and calcium ion release provided by pure and calcium hydroxide-containing AH Plus. **Int Endod J**, v.37, n.1, p.42-5, 2004.
- 18 DUARTE, M.A.H. et al. Evaluation of pH and calcium ion release of three root canal sealers. **J Endod**, v.26, n.7, p.389-90, July 2000.
- 19 ESTRELA. C. **Ciência endodôntica**. São Paulo: Artes Médicas, 2004. 1009p.
- 20 FERREIRA, F.B.A. et al. Evaluation of pH levels and calcium ion release in various calcium hydroxide endodontic dressings. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v.97, p.388-92, 2004.
- 21 FIDEL, R.A.S. et al. Estudo *in vitro* da estabilidade dimensional de alguns cimentos endodônticos contendo hidróxido de cálcio. **Rev Bras Odontol**, v.52, n.5, p.14-16, set./out. 1995.

- 22 FIDEL, R.A.S. et al. Evaluación "in vitro" del pH de algunos cementos endodónticos que contienen hidróxido de cálcio. **Rev Fola / Oral**, v.1, n.2, p.65-7, 1995.
- 23 FIDEL, R.A.S. et al. Tempo de endurecimento de alguns cimentos endodônticos que contêm hidróxido de cálcio. **ROBRAC**, v.5, n.16, p.15-7, 1995.
- 24 GALE, M.S.; DARVELL, B.W. Controlling dentine penetration in computer microleakage tracer mapping. **J Dent**, v.25, n.2, p.129-36, 1997.
- 25 GALE, M.S.; DARVELL, B.W. Dentine permeability and tracer tests. **J Dent**, v.27, p.1-11, 1999.
- 26 GOING, R.E. Microleakage around dental restorations: a summarizing review. **J Am Dent Assoc**, v.84, n.6, p.1349-57, June 1972.
- 27 GOLDMAN, M.; SIMMONDS, S.; RUSH, R. The usefulness of dye-penetration studies reexamined. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v.67, n.3, p.327-32, Mar. 1989.
- 28 GOMES, B.P.F.A. et al. In vitro evaluation of the antimicrobial activity of five root canal sealers. **Braz Dent J**, v.15, n.1, p.30-5, 2004.
- 29 GUPTA, V.K. et al. Removal of rhodamine B, fast green, and methylene blue from wastewater using red mud, and aluminum industry waste. **Ind Eng Chem Res**, v.43, p.1740-7, 2004.

- 30 HAÏKEL, Y. et al. A new method for the quantitative analysis of endodontic microleakage. **J Endod**, v.25, n.3, p.172-7, Mar. 1999.
- 31 HAMAOKA, L.; MOURA, A.A.M. Avaliação *in vitro* da permeabilidade dentinária radicular, tendo como fonte de variação três diferentes tipos de corantes. **Rev Odontol Univ São Paulo**, v.10, n.1, p.39-42, jan./mar. 1996.
- 32 HIGA, R.K. et al. The effect of storage time on the degree of dye leakage of root-end filling materials. **Int Endod J**, v.27, n.5, p.252-6, Sept. 1994.
- 33 HOLLAND, R. et al. Endodontia - infiltração marginal: influência do emprego do vácuo na profundidade da infiltração marginal do azul de metileno em dentes com canais obturados. **Rev Assoc Paul Cir Dent**, v.44, n.4, p.213-6, jul./ago. 1990.
- 34 HOLLAND, R. et al. Infiltração marginal dos cimentos endodônticos. **Rev Gaúcha Odontol**, v.39, n.6, p.413-6, nov./dez. 1991.
- 35 HOLLAND, R. et al. Análise do selamento marginal obtido com cimentos à base de hidróxido de cálcio. **Rev Assoc Paul Cir Dent**, v.50, n.1, p.61-4, jan./fev. 1996.
- 36 HOVLAND, E.J.; DUMSHA, T.C. Leakage evaluation in vitro of the root canal sealer cement Sealapex. **Int Endod J**, v.18, p.179-82, 1985.
- 37 KARAGÖZ-KÜÇÜKAY, I.; KÜÇÜKAY, S.; BAYIRLI, G. Factors affecting apical leakage assessment. **J Endod**, v.19, n.7, p.362-5, July 1993.

- 38 KATZ, A.; ROSENWASSER, R.; TAMSE, A. Root positioning and leakage to dye in extracted teeth using reduced pressure. **Int Endod J**, v.31, p.63-6, 1998.
- 39 KERSTEN, H.W.; MOORER, W.R. Particles and molecules in endodontic leakage. **Int Endod J**, v.22, n.3, p.118-24, May 1989.
- 40 KIDD, E.A.M. Microleakage: a review. **J Dent**, v.4, n.5, p.199-205, Sept. 1976.
- 41 KONTAKIOTIS, E.G.; GEORGOPOULOU, M.K.; MORFIS, A.S. Dye penetration in dry and water-filled gaps along root fillings. **Int Endod J**, v.34, n.2, p.133-6, Mar. 2001.
- 42 KUBO, C.H. **Avaliação do efeito do agregado de trióxido mineral cinza ou branco no pH e na densidade óptica de corantes tamponados ou não, empregados no estudo da infiltração marginal.** Tese (Doutorado em Odontologia Restauradora, Especialidade em Dentística). Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, 2004. 152p.
- 43 LEAL, J.M. et al. Sealapex, AH26 – silver free e Fill Canal. Avaliação *in vitro* do selamento apical através da infiltração do corante rodamina B a 2%. Influência do tempo de armazenagem. **Rev Bras Odontol**, v.44, n.6, p.8-14, nov./dez. 1987.
- 44 LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. A água e seus efeitos sobre as biomoléculas em solução. In:____. **Princípios de bioquímica.** Trad. A.A. Simões; W.R.N. Lodi. 2.ed. São Paulo: Sarvier, 1995. Cap.4, p.61-78.

- 45 LEONARDO, M.R. **Endodontia**: tratamento de canais radiculares. Princípios técnicos e biológicos. São Paulo: Artes Médicas, 2005. 1491p.
- 46 LEONARDO, M.R. et al. Avaliação da infiltração marginal na obturação de canais radiculares. Influência do tempo de armazenamento do cimento empregado e de fatores introduzidos no método de condensação lateral. **Rev Assoc Paul Cir Dent**, v.34, n.5, p.356-62, set./out. 1980.
- 47 LEVSHIN, L.V.; GORSHKOV, V.K. Study of the nature of the bonding forces of associated dye molecules in concentrated solutions. **Opt Spectrosc**, v.10, n.6, p.401-5, June 1961.
- 48 LIM, K.C.; TIDMARSH, B.G. The sealing ability of Sealapex compared with AH26. **J Endod**, v.12, n.12, p.564-6, Dec. 1986.
- 49 LIMKANGWALMONGKOL, S.; ABBOTT, P.V.; SANDLER, A.B. Apical dye penetration with four root canal sealers and gutta-percha using longitudinal sectioning. **J Endod**, v.18, n.11, p.535-9, Nov. 1992.
- 50 LIMKANGWALMONGKOL, S. et al. A comparative study of the apical leakage of four root canal sealers and laterally condensed gutta-percha. **J Endod**, v.17, n.10, p.495-9, Oct. 1991.
- 51 LUSSI, A.; IMWINKELRIED, S.; STICH, H. Obturation of root canals with different sealers using non-instrumentation technology. **Int Endod J**, v.32, n.1, p.17-23, 1999.

- 52 LYROUDIA, K. et al. Three-dimensional reconstruction: a new method for the evaluation of apical microleakage. **J Endod**, v.26, n.1, p.36-8, Jan. 2000.
- 53 MALOFF, A.; LIPTON, S.; GOLDMAN, M. The fallability of dye studies to determine leakage. **J Dent Res**, v.61, Sp.iss., p.344, 1982. (Abstract 1489).
- 54 MARTELL, B.; CHANDLER, N.P. Electrical and dye leakage comparison of three root-end restorative materials. **Quintessence Int**, v.33, n.1, p.30-4, Jan. 2002.
- 55 MASTERS, J.; HIGA, R.; TORABINEJAD, M. Effects of vacuuming on dye penetration patterns in root canals and glass tubes. **J Endod**, v.21, n.6, p.332-4, June 1995.
- 56 MATLOFF, I.R. et al. A comparison of methods used in root canal sealability studies. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v.53, n.2, p.203-11, Feb. 1982.
- 57 MELLO, I.; ROBAZZA, C.R.C.; ANTONIAZZI, J.H. Influence of Er:YAG laser irradiation on apical sealing of four different sealers. **Braz Dent J**, v.15, n.3, p.190-3, 2004.
- 58 MORGAN, L.A.; BAUMGARTNER, C. Demineralization of resected root-ends with methylene blue dye. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v.84, n.1, p.74-8, July 1997.

- 59 NAIR, P.N.R. et al. Intraradicular bacteria and fungi in root-filled, asymptomatic human teeth with therapy-resistant periapical lesions: a long-term light and electron microscopic follow-up study. **J Endod**, v.16, n.12, p.580-8, Dec. 1990.
- 60 OLIVER, C.M.; ABBOTT, P.V. Entrapped air and its effects on dye penetration of voids. **Endod Dent Traumatol**, v.7, n.3, p.135-8, 1991.
- 61 OLIVER, C.M.; ABBOTT, P.V. An in vitro study of apical and coronal microleakage of laterally condensed gutta percha with Ketac-Endo and AH-26. **Aust Dent J**, v.43, n.4, p. 262-8, Aug. 1998.
- 62 OLIVER, C.M.; ABBOTT, P.V. Correlation between clinical success and apical dye penetration. **Int Endod J**, v.34, n.8, p.637-44, Dec. 2001.
- 63 ORSTAVIK, D.; NORDAHL, I.; TIBBALLS, J.E. Dimensional change following setting of root canal sealer materials. **Dental Mater**, v.17, p.512-9, 2001.
- 64 ÖZTAN, M.D. et al. The effect of various root canal sealers on India ink and different concentrations of methylene blue solutions. **J Oral Sci**, v.43, n.4, 245-8, 2001.
- 65 PACIOS, M.G. et al. Calcium hydroxide's association with different vehicles: in vitro action on some dentinal components. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v.96, p.96-101, 2003.

- 66 PÉREZ, F.; FRANCHI, M.; PÉLI, J.F. Effect of calcium hydroxide form and placement on root dentine pH. **Int Endod J**, v.34, p.417-23, 2001.
- 67 PIZZOLATO, T.M. et al. Colour removal with NaClO of dye wastewater from and agate-processing plant in Rio Grande do Sul, Brazil. **Int J Mineral Processing**, v.65, p.203-11, 2002.
- 68 POMMEL, L.; JACQUOT, B.; CAMPS, J. Lack of correlation among three methods for evaluation of apical leakage. **J Endod**, v.27, n.5, p.347-50, May 2001.
- 69 POMMEL, L. et al. Apical leakage of four endodontic sealers. **J Endod**, v.29, n.3, p.208-10, Mar. 2003.
- 70 RAJPUT, J.S.; JAIN, R.L.; PATHAK, A. An evaluation of sealing ability of endodontic materials as root canal sealers. **J Indian Soc Pedo Prev Dent**, v.22, n.1, p.1-7, 2004.
- 71 ROTHIER, A. et al. Leakage evaluation in vitro of two calcium hydroxide and two zinc oxide-eugenol-based sealers. **J Endod**, v.13, n.7, p.336-8, July 1987.
- 72 ROY, C.O.; JEANSONNE, B.G.; GERRETS, T.F. Effect of an acid environment on leakage of root-end filling materials. **J Endod**, v.27, n.1, p.7-8, Jan. 2001.
- 73 SEN, B.H.; PISKIN, B.; BARAN, N. The effect of tubular penetration of root canal sealers on dye microleakage. **Int Endod J**, v.29, n.1, p.23-8, Jan. 1996.

- 74 SCHÄFER, E.; ZANDBIGLARI, T. Solubility of root-canal sealers in water and artificial saliva. **Int Endod J**, v.36, p.660-9, 2003.
- 75 SIMÕES FILHO, A.P. **Contribuição para o estudo de materiais obturadores de canais radiculares. Verificação da solubilidade e desintegração.** (Tese - Doutorado em Endodontia). Faculdade de Farmácia e Odontologia de Araraquara, São Paulo, 1969, p.25-49.
- 76 SIQUEIRA JÚNIOR, J.F.; GARCIA FILHO, P.F. Avaliação *in vitro* das propriedades seladoras de três cimentos endodônticos à base de hidróxido de cálcio. **Rev Bras Odontol**, v.51, n.1, p.37-40, jan./fev. 1994.
- 77 SOUZA, E.M. et al. Influência do azul de metileno e rodamina B na determinação da capacidade seladora de diferentes cimentos endodônticos. **Braz Oral Res**, v.18, Sp. Iss., p.212, 2004. (Trabalho apresentado à 21^a Reunião Anual da SBPqO, Resumo Pc078).
- 78 SOUZA, M.C. **Avaliação *in vitro* da infiltração marginal em obturações de canais radiculares, em função de corantes marcadores, tempos de imersão nestes e tipos de cimentos obturadores.** 1991. 97f. Dissertação (Mestrado em Odontologia, Área de Concentração em Endodontia) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, Bauru.
- 79 SPANBERG, L.S.W.; ACIERNO, T.G.; CHA, B.Y. Influence of entrapped air on the accuracy of leakage studies using dye penetration methods. **J Endod**, v.15, n.11, p.548-51, Nov. 1989.

- 80 STARKEY, D.L.; ANDERSON, R.W.; PASHLEY, D.H. An evaluation of the effect of methylene blue dye pH on apical leakage. **J Endod**, v.19, n.9, p.435-9, Sept. 1993.
- 81 TAMSE, A.; KATZ, A.; KABLAN, F. Comparison of apical leakage shown by four different dyes with two evaluating methods. **Int Endod J**, v.31, n.5, p.333-7, Sept. 1998.
- 82 TANOMARU FILHO, M. et al. Avaliação do selamento apical de dois cimentos obturadores à base de hidróxido de cálcio. **Rev Bras Odontol**, v.53, n.3, p.2-4, maio/jun. 1996.
- 83 TANOMARU FILHO, M. et al. Capacidade seladora de diferentes cimentos endodônticos em obturações retrógradas. **Rev Fac Odontol Lins**, v.11, n.1, p.58-61, jan./jun. 1998.
- 84 TANOMARU FILHO, M. et al. Capacidade seladora do Sealer 26 e AH Plus em obturações retrógradas. **Rev Paul Odontol**, v.21, n.1, p.34-6, jan./fev. 1999.
- 85 TAYLOR, M.J.; LYNCH, E. Microleakage. **J Dent**, v.20, n.1, p.3-10, Feb. 1992.
- 86 TORABINEJAD, M.; WATSON, T.F.; PITT FORD, T.R. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate when used as a root end filling material. **J Endod**, v.19, n.12, p.591-5, Dec. 1993.
- 87 TRONSTAD, L. et al. pH changes in dental tissues after root canal filling with calcium hydroxide. **J Endod**, v.7, n.1, p.17-21, Jan. 1981.

- 88 TROWBRIDGE, H.O. Model systems for determining biologic effects of microleakage. **Oper Dent**, v.12, p.164-72, 1987.
- 89 WU, M.K.; WESSELINK, P.R. Endodontic leakage studies reconsidered. Part I. Methodology, application and relevance. **Int Endod J**, v.26; n.1, p.37-43, Jan. 1993.
- 90 WU, M.K.; DE GEE, A.J.; WESSELINK, P.R. Fluid transport and dye penetration along root canal fillings. **Int Endod J**, v.27, p.233-8, 1994.
- 91 WU, M.K.; DE GEE, A.J.; WESSELINK, P.R. Leakage of four root canal sealers at different thicknesses. **Int Endod J**, v.27, p.304-8, 1994.
- 92 WU, M.K.; KONTAKIOTIS, E.G.; WESSELINK, P.R. Decoloration of 1% methylene blue solution in contact with dental filling materials. **J Dent**, v.26, n.7, p.585-9, Sept. 1998.
- 93 WU, M.K.; VAN DER SLUIS, L.W.M.; WESSELINK, P.R. Fluid transport along gutta-percha backfills with and without sealer. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v.97, n.2, p.257-62, Feb. 2004.
- 94 WU, M.K. et al. Fluid movement along the coronal two-thirds of root fillings placed by three different gutta-percha techniques. **Int Endod J**, v.36, p.533-40, 2003.

- 95 YAMASHITA, J.C. et al. Cimento endodôntico AH Plus como material retrobturador: avaliação da capacidade de selamento apical, *in vitro* – relato de caso clínico. **J Bras Clín Estet Odontol**, v.3, n.18, p.70-3, 2001.
- 96 YOSHIKAWA, M.; NOGUCHI, K.; TODA, T. Effect of particle sizes in India ink on its use in evaluation of apical seal. **J Osaka Dent Univ**, v.31, n.1/2, p.67-70, Dec. 1997.
- 97 YOUNGSON, C.C.; GREY, N.J.A.; JONES, J.G. *In vitro* marginal microleakage: examination of measurements used in assessment. **J Dent**, v.18, n.3, p.142-6, June 1990.
- 98 YOUNGSON, C.C. et al. *In vitro* dentinal penetration by tracers used in microleakage studies. **Int Endod J**, v.31, n.2, p.90-9, 1998.

Apêndice A – Dados da densidade óptica e do pH das soluções corantes sem a imersão dos espécimes (Quadro 8) e após a imersão dos espécimes (Quadro 9)

Quadro 8 – Dados da densidade óptica e do pH das soluções corantes sem a imersão dos espécimes, segundo a solução corante e os períodos de tempo de análise (em horas) (continua)

Dados	Densidade Óptica	pH	Material	Corante	Tempo
1	0,987	6,89	ENDOFILL	AMT1%	0
2	0,988	6,68	ENDOFILL	AMT1%	0
3	0,967	2,13	ENDOFILL	AMNT1%	0
4	0,974	2,28	ENDOFILL	AMNT1%	0
5	0,990	6,78	ENDOFILL	AMT2%	0
6	0,992	6,46	ENDOFILL	AMT2%	0
7	0,920	4,06	ENDOFILL	AMNT2%	0
8	0,978	4,15	ENDOFILL	AMNT2%	0
9	0,995	6,59	ENDOFILL	AMT1%	24
10	0,994	6,59	ENDOFILL	AMT1%	24
11	0,957	2,10	ENDOFILL	AMNT1%	24
12	0,957	2,10	ENDOFILL	AMNT1%	24
13	0,977	6,43	ENDOFILL	AMT2%	24
14	0,979	6,43	ENDOFILL	AMT2%	24
15	0,959	4,08	ENDOFILL	AMNT2%	24
16	0,961	4,08	ENDOFILL	AMNT2%	24
17	0,948	6,87	ENDOFILL	AMT1%	48
18	0,977	6,87	ENDOFILL	AMT1%	48
19	0,958	2,27	ENDOFILL	AMNT1%	48
20	0,926	2,27	ENDOFILL	AMNT1%	48
21	0,939	6,73	ENDOFILL	AMT2%	48
22	0,949	6,73	ENDOFILL	AMT2%	48
23	0,980	4,10	ENDOFILL	AMNT2%	48
24	0,968	4,10	ENDOFILL	AMNT2%	48
25	0,961	6,75	ENDOFILL	AMT1%	72
26	0,977	6,75	ENDOFILL	AMT1%	72
27	0,930	2,17	ENDOFILL	AMNT1%	72
28	0,951	2,15	ENDOFILL	AMNT1%	72
29	0,984	6,58	ENDOFILL	AMT2%	72
30	0,985	6,60	ENDOFILL	AMT2%	72
31	0,907	4,01	ENDOFILL	AMNT2%	72
32	0,905	4,00	ENDOFILL	AMNT2%	72
33	0,983	6,90	AHPLUS	AMT1%	0
34	0,953	6,80	AHPLUS	AMT1%	0

Quadro 8 – Dados da densidade óptica e do pH das soluções corantes sem a imersão dos espécimes, segundo a solução corante e os períodos de tempo de análise (em horas) (continua)

Dados	Densidade Óptica	pH	Material	Corante	Tempo
35	0,965	2,26	AHPLUS	AMNT1%	0
36	0,919	2,37	AHPLUS	AMNT1%	0
37	0,969	6,61	AHPLUS	AMT2%	0
38	0,957	6,61	AHPLUS	AMT2%	0
39	0,969	4,24	AHPLUS	AMNT2%	0
40	0,931	4,31	AHPLUS	AMNT2%	0
41	0,989	6,67	AHPLUS	AMT1%	24
42	0,991	6,71	AHPLUS	AMT1%	24
43	0,931	2,24	AHPLUS	AMNT1%	24
44	0,929	2,17	AHPLUS	AMNT1%	24
45	0,947	6,51	AHPLUS	AMT2%	24
46	0,940	6,53	AHPLUS	AMT2%	24
47	0,943	3,96	AHPLUS	AMNT2%	24
48	0,921	4,11	AHPLUS	AMNT2%	24
49	0,998	6,90	AHPLUS	AMT1%	48
50	0,973	6,85	AHPLUS	AMT1%	48
51	0,928	2,28	AHPLUS	AMNT1%	48
52	0,922	2,30	AHPLUS	AMNT1%	48
53	0,938	6,56	AHPLUS	AMT2%	48
54	0,926	6,54	AHPLUS	AMT2%	48
55	0,929	4,10	AHPLUS	AMNT2%	48
56	0,925	4,15	AHPLUS	AMNT2%	48
57	0,943	6,66	AHPLUS	AMT1%	72
58	0,965	6,70	AHPLUS	AMT1%	72
59	0,940	2,18	AHPLUS	AMNT1%	72
60	0,932	2,10	AHPLUS	AMNT1%	72
61	0,934	6,49	AHPLUS	AMT2%	72
62	0,950	6,44	AHPLUS	AMT2%	72
63	0,945	4,01	AHPLUS	AMNT2%	72
64	0,926	4,17	AHPLUS	AMNT2%	72
65	0,996	6,78	SEALAPEX	AMT1%	0
66	0,969	6,78	SEALAPEX	AMT1%	0
67	0,966	2,13	SEALAPEX	AMNT1%	0
68	0,964	2,37	SEALAPEX	AMNT1%	0
69	0,937	6,76	SEALAPEX	AMT2%	0
70	0,978	6,76	SEALAPEX	AMT2%	0
71	0,910	4,31	SEALAPEX	AMNT2%	0
72	0,916	4,31	SEALAPEX	AMNT2%	0
73	0,999	6,77	SEALAPEX	AMT1%	24
74	0,985	6,72	SEALAPEX	AMT1%	24
75	0,964	2,10	SEALAPEX	AMNT1%	24
76	0,936	2,24	SEALAPEX	AMNT1%	24
77	0,994	6,73	SEALAPEX	AMT2%	24

Quadro 8 – Dados da densidade óptica e do pH das soluções corantes sem a imersão dos espécimes, segundo a solução corante e os períodos de tempo de análise (em horas) (conclusão)

Dados	Densidade Óptica	pH	Material	Corante	Tempo
78	0,996	6,62	SEALAPEX	AMT2%	24
79	0,950	4,15	SEALAPEX	AMNT2%	24
80	0,946	4,11	SEALAPEX	AMNT2%	24
81	0,999	6,74	SEALAPEX	AMT1%	48
82	0,989	6,75	SEALAPEX	AMT1%	48
83	0,938	2,27	SEALAPEX	AMNT1%	48
84	0,923	2,30	SEALAPEX	AMNT1%	48
85	0,998	6,69	SEALAPEX	AMT2%	48
86	0,994	6,68	SEALAPEX	AMT2%	48
87	0,910	4,17	SEALAPEX	AMNT2%	48
88	0,905	4,15	SEALAPEX	AMNT2%	48
89	0,975	6,89	SEALAPEX	AMT1%	72
90	0,968	6,84	SEALAPEX	AMT1%	72
91	0,984	2,18	SEALAPEX	AMNT1%	72
92	0,964	2,17	SEALAPEX	AMNT1%	72
93	0,997	6,78	SEALAPEX	AMT2%	72
94	0,987	6,77	SEALAPEX	AMT2%	72
95	0,961	4,19	SEALAPEX	AMNT2%	72
96	0,943	4,17	SEALAPEX	AMNT2%	72

- AMT 1% – Solução de azul de metileno a 1% tamponada
 AMNT 1% – Solução de azul de metileno a 1% não tamponada
 AMT 2% – Solução de azul de metileno a 2% tamponada
 AMNT 2% – Solução de azul de metileno a 2% não tamponada

Quadro 9 – Dados da densidade óptica e do pH das soluções corantes após a imersão dos espécimes, segundo a solução corante e os períodos de tempo de análise (em horas) (continua)

Dados	Densidade Óptica	pH	Material	Corante	Tempo
1	1,060	6,88	ENDOFILL	AMT1%	0
2	1,122	7,28	ENDOFILL	AMT1%	0
3	1,027	7,27	ENDOFILL	AMT1%	0
4	1,084	6,90	ENDOFILL	AMT1%	0
5	1,067	7,26	ENDOFILL	AMT1%	0
6	1,067	3,26	ENDOFILL	AMNT1%	0
7	1,011	3,26	ENDOFILL	AMNT1%	0
8	1,037	3,21	ENDOFILL	AMNT1%	0
9	1,000	3,10	ENDOFILL	AMNT1%	0
10	1,020	3,19	ENDOFILL	AMNT1%	0
11	1,065	6,68	ENDOFILL	AMT2%	0
12	1,058	6,60	ENDOFILL	AMT2%	0
13	1,080	6,61	ENDOFILL	AMT2%	0
14	1,095	6,66	ENDOFILL	AMT2%	0
15	1,035	6,65	ENDOFILL	AMT2%	0
16	0,990	4,58	ENDOFILL	AMNT2%	0
17	1,027	4,55	ENDOFILL	AMNT2%	0
18	0,950	4,42	ENDOFILL	AMNT2%	0
19	1,008	4,63	ENDOFILL	AMNT2%	0
20	0,975	4,60	ENDOFILL	AMNT2%	0
21	1,065	6,78	ENDOFILL	AMT1%	24
22	1,077	6,78	ENDOFILL	AMT1%	24
23	1,088	6,76	ENDOFILL	AMT1%	24
24	1,051	6,75	ENDOFILL	AMT1%	24
25	1,081	6,74	ENDOFILL	AMT1%	24
26	0,879	3,15	ENDOFILL	AMNT1%	24
27	0,879	3,68	ENDOFILL	AMNT1%	24
28	0,942	3,16	ENDOFILL	AMNT1%	24
29	0,956	3,10	ENDOFILL	AMNT1%	24
30	0,877	3,28	ENDOFILL	AMNT1%	24
31	0,845	6,52	ENDOFILL	AMT2%	24
32	0,953	6,50	ENDOFILL	AMT2%	24
33	0,903	6,51	ENDOFILL	AMT2%	24
34	0,922	6,50	ENDOFILL	AMT2%	24
35	0,931	6,46	ENDOFILL	AMT2%	24
36	0,912	5,05	ENDOFILL	AMNT2%	24
37	0,996	5,04	ENDOFILL	AMNT2%	24
38	0,989	5,05	ENDOFILL	AMNT2%	24
39	0,972	5,12	ENDOFILL	AMNT2%	24
40	0,993	5,14	ENDOFILL	AMNT2%	24
41	1,048	6,90	ENDOFILL	AMT1%	48
42	1,045	6,84	ENDOFILL	AMT1%	48
43	1,025	6,91	ENDOFILL	AMT1%	48
44	0,984	6,87	ENDOFILL	AMT1%	48
45	1,019	6,90	ENDOFILL	AMT1%	48

Quadro 9 – Dados da densidade óptica e do pH das soluções corantes após a imersão dos espécimes, segundo a solução corante e os períodos de tempo de análise (em horas) (continua)

Dados	Densidade Óptica	pH	Material	Corante	Tempo
46	0,954	4,80	ENDOFILL	AMNT1%	48
47	0,980	4,67	ENDOFILL	AMNT1%	48
48	0,995	4,60	ENDOFILL	AMNT1%	48
49	0,988	4,15	ENDOFILL	AMNT1%	48
50	0,991	4,80	ENDOFILL	AMNT1%	48
51	0,987	6,90	ENDOFILL	AMT2%	48
52	0,953	6,87	ENDOFILL	AMT2%	48
53	0,998	6,80	ENDOFILL	AMT2%	48
54	0,978	6,82	ENDOFILL	AMT2%	48
55	0,943	6,88	ENDOFILL	AMT2%	48
56	0,915	5,60	ENDOFILL	AMNT2%	48
57	0,974	5,64	ENDOFILL	AMNT2%	48
58	0,970	5,64	ENDOFILL	AMNT2%	48
59	0,978	5,75	ENDOFILL	AMNT2%	48
60	0,908	5,75	ENDOFILL	AMNT2%	48
61	0,993	7,12	ENDOFILL	AMT1%	72
62	0,972	7,17	ENDOFILL	AMT1%	72
63	0,961	7,22	ENDOFILL	AMT1%	72
64	0,997	7,14	ENDOFILL	AMT1%	72
65	0,969	7,01	ENDOFILL	AMT1%	72
66	0,939	5,15	ENDOFILL	AMNT1%	72
67	0,939	5,11	ENDOFILL	AMNT1%	72
68	0,928	4,91	ENDOFILL	AMNT1%	72
69	0,961	4,84	ENDOFILL	AMNT1%	72
70	0,941	4,94	ENDOFILL	AMNT1%	72
71	0,949	6,77	ENDOFILL	AMT2%	72
72	0,946	6,80	ENDOFILL	AMT2%	72
73	0,967	6,84	ENDOFILL	AMT2%	72
74	0,977	6,84	ENDOFILL	AMT2%	72
75	0,974	6,59	ENDOFILL	AMT2%	72
76	0,939	5,32	ENDOFILL	AMNT2%	72
77	0,929	5,09	ENDOFILL	AMNT2%	72
78	0,928	5,14	ENDOFILL	AMNT2%	72
79	0,931	5,37	ENDOFILL	AMNT2%	72
80	0,946	5,36	ENDOFILL	AMNT2%	72
81	0,975	6,95	AHPLUS	AMT1%	0
82	0,997	6,93	AHPLUS	AMT1%	0
83	0,973	6,93	AHPLUS	AMT1%	0
84	0,984	6,88	AHPLUS	AMT1%	0
85	0,972	6,88	AHPLUS	AMT1%	0
86	0,927	2,36	AHPLUS	AMNT1%	0
87	0,950	2,33	AHPLUS	AMNT1%	0
88	0,928	2,33	AHPLUS	AMNT1%	0
89	0,918	2,39	AHPLUS	AMNT1%	0
90	0,950	2,39	AHPLUS	AMNT1%	0

Quadro 9 – Dados da densidade óptica e do pH das soluções corantes após a imersão dos espécimes, segundo a solução corante e os períodos de tempo de análise (em horas) (continua)

Dados	Densidade Óptica	pH	Material	Corante	Tempo
91	0,975	6,69	AHPLUS	AMT2%	0
92	0,939	6,68	AHPLUS	AMT2%	0
93	0,931	6,69	AHPLUS	AMT2%	0
94	0,947	6,67	AHPLUS	AMT2%	0
95	0,985	6,71	AHPLUS	AMT2%	0
96	0,969	6,06	AHPLUS	AMNT2%	0
97	0,923	6,08	AHPLUS	AMNT2%	0
98	0,915	6,10	AHPLUS	AMNT2%	0
99	0,981	6,10	AHPLUS	AMNT2%	0
100	0,925	6,10	AHPLUS	AMNT2%	0
101	0,982	6,85	AHPLUS	AMT1%	24
102	0,953	6,87	AHPLUS	AMT1%	24
103	0,960	6,84	AHPLUS	AMT1%	24
104	0,960	6,85	AHPLUS	AMT1%	24
105	0,984	6,87	AHPLUS	AMT1%	24
106	0,981	3,00	AHPLUS	AMNT1%	24
107	0,964	3,01	AHPLUS	AMNT1%	24
108	0,991	3,05	AHPLUS	AMNT1%	24
109	0,933	3,00	AHPLUS	AMNT1%	24
110	0,953	3,02	AHPLUS	AMNT1%	24
111	0,948	6,61	AHPLUS	AMT2%	24
112	0,959	6,48	AHPLUS	AMT2%	24
113	0,943	6,59	AHPLUS	AMT2%	24
114	0,957	6,61	AHPLUS	AMT2%	24
115	0,976	6,61	AHPLUS	AMT2%	24
116	0,932	5,88	AHPLUS	AMNT2%	24
117	0,944	5,84	AHPLUS	AMNT2%	24
118	0,963	5,68	AHPLUS	AMNT2%	24
119	0,920	5,74	AHPLUS	AMNT2%	24
120	0,957	5,73	AHPLUS	AMNT2%	24
121	0,920	6,86	AHPLUS	AMT1%	48
122	0,929	6,85	AHPLUS	AMT1%	48
123	0,935	6,82	AHPLUS	AMT1%	48
124	0,958	6,82	AHPLUS	AMT1%	48
125	0,948	6,80	AHPLUS	AMT1%	48
126	0,892	3,30	AHPLUS	AMNT1%	48
127	0,852	3,35	AHPLUS	AMNT1%	48
128	0,848	3,33	AHPLUS	AMNT1%	48
129	0,860	3,35	AHPLUS	AMNT1%	48
130	0,870	3,31	AHPLUS	AMNT1%	48
131	0,921	6,54	AHPLUS	AMT2%	48
132	0,922	6,53	AHPLUS	AMT2%	48
133	0,906	6,53	AHPLUS	AMT2%	48
134	0,914	6,52	AHPLUS	AMT2%	48
135	0,932	6,52	AHPLUS	AMT2%	48

Quadro 9 – Dados da densidade óptica e do pH das soluções corantes após a imersão dos espécimes, segundo a solução corante e os períodos de tempo de análise (em horas) (continua)

Dados	Densidade Óptica	pH	Material	Corante	Tempo
136	0,860	5,86	AHPLUS	AMNT2%	48
137	0,869	5,94	AHPLUS	AMNT2%	48
138	0,864	5,95	AHPLUS	AMNT2%	48
139	0,862	5,97	AHPLUS	AMNT2%	48
140	0,864	5,98	AHPLUS	AMNT2%	48
141	0,962	6,88	AHPLUS	AMT1%	72
142	0,972	6,92	AHPLUS	AMT1%	72
143	0,941	6,88	AHPLUS	AMT1%	72
144	0,952	6,89	AHPLUS	AMT1%	72
145	0,926	6,81	AHPLUS	AMT1%	72
146	0,913	3,80	AHPLUS	AMNT1%	72
147	0,898	3,78	AHPLUS	AMNT1%	72
148	0,909	3,77	AHPLUS	AMNT1%	72
149	0,955	3,78	AHPLUS	AMNT1%	72
150	0,930	3,77	AHPLUS	AMNT1%	72
151	0,943	6,57	AHPLUS	AMT2%	72
152	0,926	6,58	AHPLUS	AMT2%	72
153	0,960	6,61	AHPLUS	AMT2%	72
154	0,985	6,52	AHPLUS	AMT2%	72
155	0,979	6,60	AHPLUS	AMT2%	72
156	0,914	5,94	AHPLUS	AMNT2%	72
157	0,969	5,97	AHPLUS	AMNT2%	72
158	0,973	5,95	AHPLUS	AMNT2%	72
159	0,927	6,09	AHPLUS	AMNT2%	72
160	0,928	6,00	AHPLUS	AMNT2%	72
161	0,993	6,80	SEALAPEX	AMT1%	0
162	0,974	6,81	SEALAPEX	AMT1%	0
163	0,971	6,83	SEALAPEX	AMT1%	0
164	0,981	6,84	SEALAPEX	AMT1%	0
165	0,998	6,83	SEALAPEX	AMT1%	0
166	0,929	5,85	SEALAPEX	AMNT1%	0
167	0,937	5,91	SEALAPEX	AMNT1%	0
168	0,929	5,93	SEALAPEX	AMNT1%	0
169	0,917	5,80	SEALAPEX	AMNT1%	0
170	0,919	5,89	SEALAPEX	AMNT1%	0
171	0,923	6,81	SEALAPEX	AMT2%	0
172	0,938	6,85	SEALAPEX	AMT2%	0
173	0,967	6,87	SEALAPEX	AMT2%	0
174	0,988	6,84	SEALAPEX	AMT2%	0
175	0,963	6,88	SEALAPEX	AMT2%	0
176	0,931	5,00	SEALAPEX	AMNT2%	0
177	0,909	5,06	SEALAPEX	AMNT2%	0
178	0,921	5,08	SEALAPEX	AMNT2%	0
179	0,928	5,02	SEALAPEX	AMNT2%	0
180	0,914	5,33	SEALAPEX	AMNT2%	0

Quadro 9 – Dados da densidade óptica e do pH das soluções corantes após a imersão dos espécimes, segundo a solução corante e os períodos de tempo de análise (em horas) (continua)

Dados	Densidade Óptica	pH	Material	Corante	Tempo
181	0,983	7,59	SEALAPEX	AMT1%	24
182	0,972	7,51	SEALAPEX	AMT1%	24
183	0,963	7,46	SEALAPEX	AMT1%	24
184	0,982	7,44	SEALAPEX	AMT1%	24
185	0,997	7,36	SEALAPEX	AMT1%	24
186	0,973	6,35	SEALAPEX	AMNT1%	24
187	0,969	6,37	SEALAPEX	AMNT1%	24
188	0,927	6,33	SEALAPEX	AMNT1%	24
189	0,965	6,34	SEALAPEX	AMNT1%	24
190	0,984	6,27	SEALAPEX	AMNT1%	24
191	1,015	7,41	SEALAPEX	AMT2%	24
192	1,030	7,58	SEALAPEX	AMT2%	24
193	1,043	7,49	SEALAPEX	AMT2%	24
194	1,044	7,58	SEALAPEX	AMT2%	24
195	1,040	7,42	SEALAPEX	AMT2%	24
196	0,964	6,26	SEALAPEX	AMNT2%	24
197	0,979	5,90	SEALAPEX	AMNT2%	24
198	0,954	5,94	SEALAPEX	AMNT2%	24
199	0,978	5,65	SEALAPEX	AMNT2%	24
200	0,956	5,66	SEALAPEX	AMNT2%	24
201	0,967	7,78	SEALAPEX	AMT1%	48
202	0,956	7,74	SEALAPEX	AMT1%	48
203	0,979	8,01	SEALAPEX	AMT1%	48
204	0,987	8,05	SEALAPEX	AMT1%	48
205	0,974	7,63	SEALAPEX	AMT1%	48
206	0,939	6,21	SEALAPEX	AMNT1%	48
207	0,916	6,06	SEALAPEX	AMNT1%	48
208	0,924	6,56	SEALAPEX	AMNT1%	48
209	0,913	6,20	SEALAPEX	AMNT1%	48
210	0,907	6,06	SEALAPEX	AMNT1%	48
211	0,965	7,88	SEALAPEX	AMT2%	48
212	0,980	9,38	SEALAPEX	AMT2%	48
213	0,977	7,69	SEALAPEX	AMT2%	48
214	0,975	7,86	SEALAPEX	AMT2%	48
215	0,979	7,76	SEALAPEX	AMT2%	48
216	0,936	6,43	SEALAPEX	AMNT2%	48
217	0,927	6,36	SEALAPEX	AMNT2%	48
218	0,923	6,09	SEALAPEX	AMNT2%	48
219	0,910	6,18	SEALAPEX	AMNT2%	48
220	0,914	6,24	SEALAPEX	AMNT2%	48
221	0,996	9,30	SEALAPEX	AMT1%	72
222	0,998	9,49	SEALAPEX	AMT1%	72
223	0,990	8,56	SEALAPEX	AMT1%	72
224	0,983	8,55	SEALAPEX	AMT1%	72
225	0,981	8,85	SEALAPEX	AMT1%	72

Quadro 9 – Dados da densidade óptica e do pH das soluções corantes após a imersão dos espécimes, segundo a solução corante e os períodos de tempo de análise (em horas) (conclusão)

Dados	Densidade Óptica	pH	Material	Corante	Tempo
226	0,972	6,53	SEALAPEX	AMNT1%	72
227	0,953	6,28	SEALAPEX	AMNT1%	72
228	0,942	6,41	SEALAPEX	AMNT1%	72
229	0,956	6,08	SEALAPEX	AMNT1%	72
230	0,938	6,20	SEALAPEX	AMNT1%	72
231	0,987	9,05	SEALAPEX	AMT2%	72
232	0,981	8,91	SEALAPEX	AMT2%	72
233	0,973	8,05	SEALAPEX	AMT2%	72
234	0,992	9,31	SEALAPEX	AMT2%	72
235	0,985	9,50	SEALAPEX	AMT2%	72
236	0,942	6,52	SEALAPEX	AMNT2%	72
237	0,915	6,24	SEALAPEX	AMNT2%	72
238	0,943	6,13	SEALAPEX	AMNT2%	72
239	0,934	6,01	SEALAPEX	AMNT2%	72
240	0,945	5,84	SEALAPEX	AMNT2%	72

- AMT 1% – Solução de azul de metileno a 1% tamponada
 AMNT 1% – Solução de azul de metileno a 1% não tamponada
 AMT 2% – Solução de azul de metileno a 2% tamponada
 AMNT 2% – Solução de azul de metileno a 2% não tamponada

GOMES, A.P.M. ***pH and optical density evaluation of buffering or not methylene blue dye after contact with different endodontic sealers.*** 2005. 148f. Tese (Livre-Docência). Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista. São José dos Campos.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate pH and optical density of 1 and 2% methylene blue dye solutions (buffering and non buffering) after three endodontics sealers immersion. Eighty specimens of each endodontic sealer were prepared (Endofill, AH Plus and Sealapex). Solutions were analyzed before and after immersion in 0, 24, 48 and 72 hours. pH were accomplished using pHmetro and optical density evaluations were accomplished in spectrophotometer adjusted in 596 nm. pH data were analyzed through descriptive statistics and optical density data were analyzed through ANOVA and Tukey 5% tests. It could be verified that the dye solutions of methylene blue (buffering and non buffering) presented stability in pH values and optical density before contact with endodontics sealers. pH of non buffering dye solutions were smaller than the buffering, independently of contact with any endodontic sealer. The endodontic sealers promoted increase in the pH of dye solutions in different periods, and the largest alterations happened in non buffering solutions. It happened variation in optical density values of buffering and non buffering dye solutions for each endodontic sealer used.

KEYWORDS: *Methylene blue dye; dental sealers, dental leakage; optics; pH.*