**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE BAURU**

JÁRCIO VICTÓRIO BALDI

**Avaliação de propriedades físico-químicas do cimento AH Plus®
preparado com porções de pastas retiradas do início, metade e
final das bisnagas**

**BAURU
2009**

JÁRCIO VICTÓRIO BALDI

**Avaliação de propriedades físico-químicas do cimento AH Plus[®]
preparado com porções de pastas retiradas do início, metade e
final das bisnagas**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Bauru, da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Doutor em Odontologia.

Área de concentração: Endodontia
Orientador: Prof. Dr. Ivaldo Gomes de Moraes

BAURU
2009

Baldi, Jácio Victório

B193a Avaliação de propriedades físico-químicas do cimento AH Plus®
preparado com porções de pastas retiradas do início, metade e final das
bisnagas/ Jácio Victório Baldi. -- Bauru, 2009.
103 p. : il. ; 30 cm.

Tese (Doutorado) -- Faculdade de Odontologia de Bauru. Universidade
de São Paulo.

Orientador: Prof. Dr. Ivaldo Gomes de Moraes

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a
reprodução total ou parcial desta tese, por processo
fotocopiadores e/ou meios eletrônicos.

Assinatura:

Data:

Folha de aprovação

DADOS CURRICULARES

JÁRCIO VICTÓRIO BALDI

Filiação	Victório Baldi Anilda Marcusso Baldi
Nascimento	26 de Março de 1963
1982 - 1985	Curso de Graduação em Odontologia na Faculdade de Odontologia de Bauru – Universidade de São Paulo.
1986 - 1988	Curso de Especialização em Endodontia sob a forma de Residência na Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto-USP – Bolsista da FUNDAP
1988 - 1989	Professor Adjunto A1 em Histologia e Embriologia Oral da Universidade de Ribeirão Preto
1991 - 1992	Professor Assistente de Endodontia na Universidade de Marília
1990 - 2009	Atuação como endodontista em consultório privado
2003 - 2005	Curso de Pós-Graduação em Endodontia, nível de Mestrado, na Faculdade de Odontologia de Bauru – USP. Bolsista CAPES
2005 - 2009	Curso de Pós-Graduação em Endodontia, nível de Doutorado, na Faculdade de Odontologia de Bauru – USP.

DEDICATÓRIA

Primeiramente agradeço a *Deus* por permitir que tudo transcorresse na perfeita harmonia com minha família durante o período que permaneci longe dos meus amores. E que sempre nos deu saúde para enfrentar as adversidades desse caminho!

A você, *Ana Lúcia*, minha adorável companheira que sempre me apoiou e me deu forças para que não desistisse no meio do caminho. Espero que, após esse árduo período possamos desfrutar ótimos momentos que nos foram tolhidos. Eu a amo!

Daniilo e Murilo, meus adorados filhos, que são a razão do nosso viver, agradeço por suportarem a ausência de um pai, principalmente na idade em que vocês mais precisam, e, não bastasse isso, me apoiarem nesta jornada. Saibam que não foi fácil ficar distante de vocês. Amo vocês demais!

AGRADECIMENTOS

Ao *Prof. Dr. Ivaldo Gomes de Moraes*, amigo, modelo de professor, pesquisador, mas, principalmente de ser humano, pela paciência, amizade, ensinamentos e orientação tranqüila e segura proferida para a concretização deste trabalho. Sou eternamente grato pelas muitas coisas que me ensinou, sem que qualquer palavra fosse necessária. Considero-o muito mais que um amigo e orientador. Poderia preencher esta folha de elogios, mas certamente não traduziria o respeito e admiração que tenho pela sua pessoa. Espero continuar aprendendo muito ainda com você!

Patrão..., meu muito obrigado!

Agradeço ainda, à *Carminha, Fernanda, Renata e Guilherme* pela amizade e solicitude com que sempre me trataram e me receberam em seu lar e pela preocupação demonstrada comigo e meus familiares.

Agradecimentos

Aos *Profs. Drs. Clovis Monteiro Bramante, Norberti Bernardineli e Roberto Brandão Garcia* pelos ensinamentos dispendidos que foram de grande valia para meu aprendizado e também, pela amizade e prestatividade para com minha pessoa desde os tempos de graduação. Um agradecimento especial ao *Prof. Dr. Alceu Berbert*, que teve uma forte participação na minha paixão pela endodontia.

Ao *Prof. Dr. Marco Antonio Hungaro Duarte*, nacionalmente conhecido como “*SAL*” que demonstrou a todos que o conhece que, devemos perseverar sempre, naquilo que almejamos, independentemente do tamanho e da dificuldade dos obstáculos. Demonstrou que o esforço, dedicação e honestidade sempre serão recompensados. É um exemplo a ser seguido. Parabéns pela sua conquista!

Agradecimentos

Ao amigo *Dr. Alailson Domingos dos Santos*, mais conhecido como *Lalo*, exemplo de que a distância e o tempo não são capazes de acabar com uma amizade. Pelo apoio incessante na concretização deste trabalho. Agradeço também à sua esposa *Rose* e seus filhos *Pedro, Miguel e Dudu* pela forma com que me acolheram em seu lar durante a realização de parte deste trabalho.

Aos funcionários da Endodontia, *Edimauro, D. Neide, Patrícia e Suefy*, pelo carinho com que sempre me receberam e trataram e, também, pelas constantes ajudas. Vocês tiveram grande participação neste meu caminho.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Aos colegas de Doutorado, *Ricardo Affonso Bernardes, Adriana Lustosa Pereira, Fausto Rodrigo Victorino e Augusto Bodanezzi* pela amizade e convivência agradável.

Ao *Prof. Dr. João Carlos Silos Moraes*, o “Joca”, que me acolheu com muita presteza e dedicação, durante e após, meu período de trabalho no Departamento de Física e Química da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP.

Ao *Prof. Dr. José Carlos Barbosa*, Titular do Departamento de Ciências Exatas da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária de Jaboticabal - UNESP - pela realização da estatística.

Aos colegas de *Mestrado e Doutorado* da FOB, pela convivência durante todo esse período nesta Faculdade. Não os citarei pelo receio de esquecer algum amigo, mas saibam que todos aqueles com quem convivi foram muito importantes para o meu crescimento pessoal.

Aos *demais professores da pós-graduação*, pelos ensinamentos, que foram importantes na minha formação.

Agradecimentos

Aos meus colegas de pós-graduação *Marcelo Zanda, Paulo Fukushima, Fernando "Ozzy", Fernandinho Orosco, Rodrigo "Digão" Vivan, Ronald Zapata, Ericson Janolio, e Cássia Rubira*, e tantos outros, com os quais compartilhei muitos momentos de discussão aprendido, descontração e alegria, principalmente durante as refeições no restaurante do Campus

Aos *funcionários da Biblioteca e da copiadora da FOB/USP*, pela grande atenção e solicitude durante a realização da pós-graduação.

Aos *funcionários da pós-graduação da FOB/USP*, pela grande atenção e carinho com que sempre me atenderam durante a pós-graduação.

Agradecimentos Institucionais

*À Pós-Graduação, na pessoa da **Prof. Dra. Maria Aparecida de Andrade Moreira Machado**, pela oportunidade proporcionada para atingirmos mais um degrau da vida.*

*À **Faculdade de Odontologia de Bauru/USP**, na pessoa do seu diretor **Prof. Dr. Luiz Fernando Pegoraro**.*

*Ao departamento de Dentística, Materiais Dentários e Endodontia na pessoa do **Prof. Dr. Eduardo Batista Franco**.*

*À **Biblioteca da FOB/USP**, pela colaboração direta no aprimoramento científico da minha pessoa.*

RESUMO

Algumas propriedades físico-químicas do cimento AH Plus® como tempo de presa, escoamento e solubilidade foram analisadas in vitro, relacionando-as com o local (início, metade ou final) das bisnagas, de onde as pastas foram retiradas. Foram usados nove conjuntos com duas bisnagas (pasta A e pasta B) cada, do cimento AH Plus®, sendo três por propriedade. Para cada propriedade foram formados três grupos, de acordo com o local da retirada da pasta do interior das bisnagas: Grupo I correspondendo à retirada da pasta das porções iniciais das bisnagas, o Grupo M das porções intermediárias e o Grupo F correspondeu à retirada das últimas porções de pasta existentes nas bisnagas. Para o teste do tempo de presa, utilizaram-se anéis metálicos para a confecção dos corpos de prova e, com auxílio de agulha Gilmore de 113,5g e 456,3g de peso, foram determinados os tempos de presa inicial e final, respectivamente. Na avaliação do escoamento, o cimento foi proporcionado e espatulado e 0,5mL dele foi depositado sobre uma placa de vidro e, em seguida, outra placa com um peso totalizando 120 gramas foi sobreposta ao cimento e após 10 minutos mediram-se o maior e menor diâmetro do círculo formado pela quantidade de cimento e a média dos dois diâmetros obtidos foi considerada como valor do escoamento. Para o teste de solubilidade, após a presa do cimento e retirada dos anéis manteve-se os espécimes imersos em água destilada por um período de 24 horas. Foi considerada como solubilidade a porcentagem de material perdido durante a imersão dos corpos de prova. Os resultados mostraram que, exceto para a solubilidade, estatisticamente, o comportamento do cimento AH Plus®, considerando as porções de pasta retiradas do início das bisnagas, é diferente quando comparado às do meio e final das mesmas, propiciando valores bastante altos.

Palavras chave: Endodontia. Cimento. AH Plus. Propriedades físico-químicas.

ABSTRACT

A comparative study of physicochemical properties of AH Plus® root canal sealer correlated to the site (beginning, middle or end) of the tubes

Some physicochemical properties of the sealer AH Plus®, including setting time, flow and solubility were analyzed in vitro and correlated to the site (beginning, middle or end) of the tubes from which the pastes were taken. Nine kits of the sealer AH Plus® were used, containing two tubes each (paste A and paste B), being three for each property. Three groups were constituted for each property, according to the site of the tubes from which the pastes were taken: Group B corresponded to the paste taken from the beginning of the tubes, Group M corresponded to the middle portion, and Group E corresponded to the paste taken from the end of the tubes. The setting time was analyzed using metallic rings for fabrication of specimens; Gilmore needles weighing 113.5g and 456.3g were used to determine the initial and final setting times, respectively. For the evaluation of flow, the sealer was measured and mixed and 0.5mL of the sealer was placed on a glass slab; another glass slab weighing 120 grams was then placed on the sealer; after 10 minutes, the larger and smaller diameters of the circle formed by the sealer were measured, and the mean of the two diameters was calculated and considered as the flow value. For the solubility test, after setting of the sealer and removal of the rings, the specimens were immersed in distilled water for 24h. Solubility was calculated as the percentage of material lost during immersion of the specimens. The results revealed that, except for solubility, the performance of the sealer AH Plus® considering the portions of paste taken from the beginning of the tubes was statistically different compared to the middle and end of the tubes, displaying very high values.

Key words: Endodontics. Sealer. AH Plus. Physicochemical properties

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Conjunto com as duas bisnagas do cimento AH Plus.....	57
Figura 2 -	Espécime durante o teste de solubilidade.....	58
Figura 3 -	Segunda porção de pastas do conjunto 2 para o teste de tempo de presa.....	58
Figura 4 -	Terceira porção de pastas do conjunto 2 para o teste de tempo de presa.....	58
Figura 5 -	Primeira porção de pastas do conjunto 3 para o teste de escoamento.....	59
Figura 6 -	Segunda porção de pastas do conjunto 3 para o teste de escoamento.....	59
Figura 7 -	Primeira porção de pastas do conjunto 2 para o teste de presa que foi descartado por não ter tomado presa.....	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Valores referentes aos tempos de presa inicial e final em horas e, entre parênteses, em minutos, do Grupo I.....	63
Tabela 2 -	Valores referentes aos tempos de presa inicial e final em horas e, entre parênteses, em minutos do Grupo M.....	64
Tabela 3 -	Valores referentes aos tempos de presa inicial e final em horas e, entre parênteses, em minutos do Grupo F.....	64
Tabela 4 -	Teste de Tukey para comparações dos valores médios dos tempos de presa inicial e final entre os valores obtidos no início, meio e final das bisnagas.....	65
Tabela 5 -	Teste de Tukey comparando as médias dos tempos de presa inicial e final entre os valores obtidos entre os conjuntos de bisnagas.....	65
Tabela 6 -	Diâmetros (em mm) menores e maiores dos círculos obtidos no teste de escoamento do material presente no início da bisnaga, bem como, a média que corresponde ao escoamento do Grupo I.....	66
Tabela 7 -	Diâmetros menores e maiores (em mm) dos círculos obtidos no teste de escoamento do material presente no meio da bisnaga, bem como, a média que corresponde ao escoamento do Grupo M.....	66
Tabela 8 -	Diâmetros menores e maiores (em mm) dos círculos obtidos no teste de escoamento do material presente no meio da bisnaga, bem como, a média que corresponde ao escoamento do Grupo F.....	67
Tabela 9	Teste de Tukey para os valores médios do escoamento do início, meio e fim das bisnagas.....	67

Tabela 10	Valores das massas, em gramas, dos frascos, antes e após o teste, diferença entre os mesmos, peso inicial dos espécimes e porcentagem da solubilidade, referentes aos Grupos I, M e F.....	68
-----------	--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

mm	milímetros
°C	graus Celsius
M_f	massa final
M_i	massa inicial
g	grama
nº	número
pH	potencial hidrogeniônico
cm	centímetros
mg	miligramas
mL	mililitro
rX	raios x
min	minutos
h	horas
PTFE	Politetrafluoretileno

LISTA DE SÍMBOLOS

®	Marca registrada
™	Trade mark
NiTi	Niquel-titânio
%	Porcento

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	20
2	REVISÃO DE LITERATURA	26
2.1	DA ANÁLISE DAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS	27
2.2	DOS TRABALHOS RELACIONADOS COM O AH PLUS	37
3	PROPOSIÇÃO	48
4	MATERIAL E MÉTODOS	52
4.1	MÉTODOS	53
4.1.1	Análise do Tempo de Presa	54
4.1.2	Análise do Escoamento	55
4.1.3	Análise da Solubilidade	55
4.1.4	Análise Estatística	60
5	RESULTADOS	62
5.1	TEMPO DE PRESA	63
5.2	ESCOAMENTO	66
5.3	SOLUBILIDADE	68
6	DISCUSSÃO	69
6.1	DAS METODOLOGIAS EMPREGADAS	71
6.2	DOS RESULTADOS	77
6.2.1	Tempo de presa	78
6.2.2	Escoamento	82
6.2.3	Solubilidade	83
6.3	CONSIDERAÇÕES FINAIS	84
7	CONCLUSÕES	88
	REFERÊNCIAS	92
	APÊNDICES	100

1 Introdução

1 INTRODUÇÃO

O tratamento do sistema de canais radiculares compreende uma seqüência de procedimentos interdependentes, onde todos devem ser executados criteriosamente, da melhor maneira possível, para que o sucesso do tratamento seja alcançado, observando critérios não só do ponto de vista clínico, como também biológico.

A obturação endodôntica adequada, segundo Cohen (1994), Leonardo (1998) e De Deus (1992), deve ser compacta e completa, realizada com materiais inertes ou anti-sépticos e capazes de assegurar um selamento hermético, impedindo a percolação e microinfiltração de exsudato periapical para o interior do canal evitando, com isso, uma possível reinfecção e, finalmente, criando um ambiente favorável ao reparo dos tecidos periapicais.

Ingle (1956) reportou um estudo onde a maioria dos fracassos do tratamento endodôntico estaria relacionada com a incorreta obturação do canal, não ocorrendo o completo preenchimento dos espaços anatômicos da cavidade pulpar.

Muitos materiais foram e são utilizados para o procedimento obturador, podendo ser classificados como pastas que tomam presa ou não, cones mais cimentos, e guta-percha plastificada.

Atualmente a maioria das obturações é realizada pela associação de cones de guta-percha e cimento. Os cimentos realizam várias funções durante a obturação do sistema de canais radiculares: lubrifica e auxilia no assentamento do cone principal, participa como agente de união entre os cones e as paredes do canal e preenche os espaços anatômicos que o material obturador primário não foi capaz de atingir. Embora participe como coadjuvante no processo da obturação endodôntica, tem sido mostrado que os cimentos influenciam no resultado final do tratamento endodôntico. (ÖRSTAVIK et al., 1987, ERIKSEN et al., 1988).

Fisher (1927) expôs que o sucesso do tratamento do canal radicular depende de um terceiro fator, além do diagnóstico e da terapêutica. Chamou esse terceiro fator de mecânico, que seria a ocupação do espaço pulpar no interior do canal, por um material artificial. Baseado em observações clínicas, realizadas após o tratamento de mais de 2.000 dentes, relatou algumas das propriedades que um cimento obturador de canais deve possuir.

Em um estudo onde apresentou um novo cimento obturador de canais, Grossman (1958) ratificou as propriedades esperadas de um cimento endodôntico, como as de selar o canal hermeticamente, ser capaz de aderir às paredes do canal mesmo se elas estiverem um pouco úmidas, não sofrer alteração dimensional, não ser agressivo aos tecidos periapicais, ter um bom tempo de trabalho, ser de fácil colocação no interior do canal, ter propriedades bacteriostáticas ou bactericidas. Essas propriedades foram complementadas, posteriormente, pelo próprio Grossmann(1988) e por outros autores (COHEN, 1994, INGLE; BAKLAND, 1994; LEONARDO 1998).

O material ideal seria aquele que englobasse todas aquelas propriedades físico-químicas e biológicas. A procura por ele é intensa e motiva o estudo das propriedades dos materiais já existentes e a pesquisa pelo desenvolvimento de novos materiais.

Segundo Ørstavik (1988) as diminutas dimensões de canais estreitos e também canais acessórios que, inacessíveis ao preparo biomecânico, tornam a propriedade de escoamento dos cimentos muito importante. Relata o autor que tanto as propriedades físicas como as químicas dos cimentos endodônticos são dependentes de suas composições químicas.

A quantidade de trabalhos que têm avaliado as propriedades físicas de novos materiais é muito grande, e a busca pelo material ideal que preencha todos os requisitos físico-químico-biológicos, é uma constante como a realizada por Moraes, desde 1984.

Nessa busca por novos cimentos endodônticos encontramos a Dentsply, sempre se apoiando nos cimentos resinosos à base de resina epóxica. Iniciou com o AH 26, lançando, posteriormente, o AH 26 silver free (sem prata) no Brasil e o Dentinol, nos E.U.A. Nesse diapasão, a Dentsply nacional lançou o Sealer 26, que seria uma versão dos anteriores, também sem a prata, porém, em seu pó foi acrescentado o hidróxido de cálcio. Todos esses cimentos são apresentados na forma de um líquido (resina epóxica) e um pó. As propriedades físicas desses materiais sempre foram consideradas excelentes, salvo restrições à alteração de cor que os mesmos são passíveis de sofrer (MORAES, 1984; MORAES; BERBERT, 1985).

A Dentsply Internacional lançou uma versão mais moderna daqueles cimentos, apresentando o material na forma de duas pastas. Na Alemanha ele recebeu o nome de AH Plus® e nos E.U.A., TopSeal, existem trabalhos que, demonstram bons resultados obtidos com o AH Plus®, outros no entanto, apresentam resultados controversos, quando comparados os valores específicos para o AH Plus®, principalmente com relação ao escoamento (DUARTE, 1999; SIQUEIRA et al., 2000; VERSIANI et al., 2006) e a radiopacidade (DUARTE, 1999; CARVALHO-JUNIOR et al., 2007; TANOMARU-FILHO et al.; 2007 RESENDE et al., 2009). O longo caminho percorrido por um cimento endodôntico desde a sua fabricação até a utilização na clínica odontológica pode fazer com que a sua homogeneidade, se for em forma de pasta no interior dos recipientes, possa sofrer alterações, como a segregação entre os componentes da pasta (pó e líquido). Também, o tempo de utilização desse material pelo profissional, desde a abertura inicial das bisnagas até o término do material, bem como as condições de armazenamento do mesmo, são outros fatores que podem influenciar negativamente na qualidade final do cimento.

O cimento AH Plus® é apresentado na forma de duas pastas acondicionadas em bisnagas. Quando da utilização do cimento em determinados momentos da retirada do material, das bisnagas (início meio e final), principalmente em relação à pasta B, notadamente quando da remoção da parte inicial da mesma tem se observado a saída de um líquido, ao invés de pasta, que só aparece posteriormente, demonstrando que, certamente, houve uma segregação entre os componentes da pasta após a retirada de um determinado volume do material, Tal fato, provavelmente levará a um desequilíbrio na proporção pó/líquido da própria pasta e, por conseguinte, a desestruturação de todo o cimento, alterando suas propriedades físico-químicas e biológicas. Outra observação efetuada durante a utilização do cimento AH Plus® é que essa saída de líquido acaba por causar uma descompensação na proporção e quantidade das pastas nas bisnagas.

Considerando todas essas afirmações torna-se válido realizar uma pesquisa para verificar se essas ocorrências podem causar alterações em algumas propriedades físico-químicas do cimento AH Plus®, relacionadas ao momento da retirada das pastas das bisnagas e a quantidade de material remanescente nas mesmas.

2 Revisão de Literatura

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 DA ANÁLISE DAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

A guta-percha foi introduzida na odontologia por Bowman no século XIV. Sua combinação com vários tipos de ceras e parafinas foi experimentada por Grossman, na tentativa de obter uma obturação do sistema de canais radiculares, mas sem a obtenção de resultados satisfatórios. Grossman (1958) descreveu as propriedades esperadas para um bom cimento obturador: selar hermeticamente o canal; não se alterar volumetricamente ao tomar presa; ter aderência às paredes do canal, mesmo na presença de leve umidade; ser tolerável pelos tecidos apicais e periapicais; possuir boa qualidade de trabalho; bom tempo de trabalho; tomar presa no interior do canal; ser introduzido facilmente no interior do canal assim como ser solúvel a solventes; não alterar a coloração do dente e possuir propriedade bactericida ou bacteriostática. Procurando encontrar um material que preenchesse todas essas propriedades, o autor apresentou um novo cimento obturador de canais à base de óxido de zinco e eugenol (Cimento de Grossman).

Até o ano de 1968, poucos estudos haviam sido realizados comparando os tipos de cimentos que surgiram no mercado, até então; sendo que vários deles surgiram da adaptação de outras áreas da odontologia. Na tentativa de qualificar esses materiais, Curson e Kirk (1968), compararam dez cimentos endodônticos com relação ao tempo de presa, agressão tecidual, selamento e adesividade. O tempo de presa foi estabelecido segundo a norma nº 57 da American National Standards Institute/American Dental Association (ANSI/ADA) para cimentos dentais. Os materiais foram testados em condições normais e sob umidade, simulando o contato com fluidos intersticiais que ocorre no periápice. Os resultados do tempo de presa demonstraram que o cimento fosfato de zinco, o cimento à base de óxido de zinco e eugenol (presa rápida e o reforçado) e Tubli-seal tomaram presa muito rápido para permitir possíveis ajustes durante uma obturação de canal. No teste de infiltração, averiguaram que os cimentos de óxido de zinco eugenol e os resinosos, entre eles o AH 26, foram os mais satisfatórios. Verificaram, também, que a umidade acelerou o tempo de presa de todos os cimentos exceto do cimento fosfato de zinco. Ao final dos testes concluíram que os cimentos à base de óxido de zinco e eugenol e resina epóxica foram satisfatórios como obturadores de canal.

O estudo do escoamento dos cimentos é considerado de grande importância, uma vez que, a capacidade do cimento fluir para espaços não ocupados pelo material sólido, preenchendo as anfractuosidades existentes no sistema de canais radiculares, é imprescindível para a obtenção do objetivo primário ao sucesso do tratamento endodôntico, que é o selamento hermético desse sistema. Focando nesse objetivo, Weisman (1970), avaliou o escoamento (fluidez) de dez cimentos obturadores de canais radiculares, sendo eles: AH 26, Diaket, cimentos de Grossman nº 811, e nº 812, Kerr pulp canal sealer, Kloropercha N20; ProcoSol, Tubli-seal, Pulp dent "ZOC". Utilizou um método que consistia em simular um canal atrésico com o auxílio de uma pipeta com 0,19 mm de diâmetro e volume de 0,001 mL. Realizou a espatulação dos cimentos e, então, preencheu a pipeta com cimento com auxílio de vácuo aplicado por 15 segundos. Após esse período mediu o quanto de cimento havia entrado na pipeta. Os resultados mostraram que o Pulp dent apresentou a maior fluidez, seguido da mistura "ZOC" e do Tubli-seal. Os piores resultados ocorreram com o ProcoSol e Diaket. Percebeu, nesse estudo, a influência do tamanho da partícula do cimento no seu escoamento demonstrando haver uma relação entre a densidade do cimento e a taxa de escoamento.

Um bom cimento obturador de canais deve ser bem tolerado pelos tecidos periapicais. Mas antes de ser testado biologicamente, deve ser aprovado quanto às características físico-químicas. Testes laboratoriais devem avaliar essas propriedades. Foi o que fizeram Wiener e Schilder (1971), testando o tempo de presa de quatro cimentos comerciais (Kerr pulp canal sealer, Tubli-seal, ProcoSol, ProcoSol radiopacificado com prata) e quatro cimentos experimentais Roth nº: 501, 511, 601 e 801. Avaliaram os cimentos sob as condições de Temperatura: 16,7°C, 22°C, 27,8°C e também umidade relativa de 0%, 50% e 100%, perfazendo, portanto para cada cimento, nove diferentes condições de teste. A proporção pó-líquido dos cimentos foi rigidamente controlada. Os cimentos foram inseridos em cubos previamente preparados e, com o auxílio de uma espátula com 46g de peso, verificaram o tempo de presa em cada condição proposta. Observaram que o Tubli-seal apresentou o tempo de presa mais rápido em todas as condições. Notaram também, que o aumento da temperatura e da umidade acelerou a presa de todos os materiais analisados. Concluíram, afirmando que as condições encontradas na região apical de temperatura e umidade, aceleram o endurecimento dos cimentos endodônticos.

Na década de 70 as propriedades biológicas dos materiais obturadores foram estudadas intensivamente, deixando os estudos das propriedades físicas num patamar menos intenso. Atento a esse detalhe, Grossman (1976), no intuito de ajudar clínicos e endodontistas a entenderem melhor os materiais que utilizavam, realizou uma avaliação do tamanho das partículas dos cimentos, relacionando-as com o tempo de presa e escoamento. Realizou, também, testes de adesão, e infiltração marginal. Do menor para o maior tamanho de partícula, a ordem encontrada foi a seguinte: AH 26, Roth 811, Kerr sealer, Roth 801, Mynol, RC2B, N2, N2 sem chumbo, ProcoSol, cimento de óxido de zinco e eugenol e Diaket. Sendo o Tubli-seal apresentado na forma de pasta, não foi possível testá-lo de acordo com o tamanho das partículas. O autor não encontrou, correlação entre o tamanho das partículas e o tempo de presa, apesar de observar que, quanto menor a partícula maior a facilidade de espatulação diminuindo o tempo para a realização desse processo. Os cimentos mais fluidos foram o AH 26, Mynol, Roth 801 e Roth 811; os que não tiveram fluidez foram: Diaket, N2, N2 sem chumbo, RC2B, e óxido de zinco e eugenol. No tempo de presa observou-se que o ProcoSol e o AH 26 tiveram os maiores tempos, ficando com 40 e 32 horas, respectivamente. Os cimentos com menor tempo de presa foram o Kerr sealer e Tubli-seal com tempos aquém de uma hora. Com relação ao teste de adesividade, os melhores foram o AH 26 e Diaket; o cimento de óxido de zinco e eugenol apresentou uma adesividade mínima nesse estudo. Quanto à infiltração marginal o Diaket apresentou o melhor comportamento, enquanto os piores foram o óxido de zinco e eugenol e o Mynol.

Neste mesmo ano (1976), McComb e Smith chamaram a atenção para a natureza empírica dos cimentos endodônticos, enfatizado pelo grande número desses materiais existentes comercialmente, onde sua utilização parece estar ligada mais à tradição dos mesmos do que necessariamente à suas qualidades. Com isso os autores testaram várias propriedades físicas de nove cimentos endodônticos comercializados e dois experimentais à base de policarboxilato. Foram avaliados a fluidez, tempo de presa, radiopacidade, força compressiva, adesão à dentina e solubilidade. Os resultados encontrados demonstraram que os cimentos experimentais apresentaram vantagens sobre os comerciais em resistência, adesão e solubilidade. Confirmaram que os cimentos à base de óxido de zinco e eugenol apresentam alta solubilidade e baixa adesividade à dentina. O AH 26 apresentou bons resultados de adesão, resistência e escoamento, sendo o único material

comercial que manteve adesão à dentina na presença de água, apesar de apresentar uma solubilidade considerada elevada para um cimento epóxico.

Muitas vezes, pode existir o contra-senso entre propriedades biológicas e propriedades físicas. Pode-se ter materiais com boa tolerabilidade biológica, mas com péssimas qualidades físicas tornando-se materiais com manuseio clínico dificultado. Visando favorecer a escolha desses materiais, Benatti, Stolf e Ruhnke (1978), estudaram a consistência, tempo de presa e alteração dimensional de cinco materiais obturadores endodônticos, com a proposta de tentar se estabelecer um critério para a consistência clínica ideal desses cimentos obturadores. A metodologia utilizada na consistência foi uma adaptação da especificação nº 8 da norma do Grupo Brasileiro de Materiais Dentários. Sete endodontistas realizaram a espatulação dos materiais. A quantidade de líquido era de 0,4 mL para cada material, mas a quantidade de pó pesada inicialmente era desconhecida pelos profissionais. A consistência clínica ideal foi determinada pelos mesmos e a quantidade de pó remanescente novamente pesada, verificando-se a quantidade de pó utilizada para cada cimento. Da análise dos resultados os autores concluíram que a consistência ideal é conseguida quando a mistura é erguida com a espátula sem gotejar por dez segundos ou quando sua fluidez permite aderência entre a espátula e placa de vidro a uma altura de 2 cm. Observaram, também, que o tempo de presa e alterações dimensionais estão diretamente relacionados à proporção pó-líquido. Demonstraram, ainda, uma relação direta entre fluidez e contração dos cimentos.

A reologia é o ramo da mecânica dos fluidos que estuda as propriedades físicas que influenciam o transporte de quantidade de movimento num fluido. A viscosidade é a propriedade reológica mais conhecida, e a única que caracteriza os fluidos newtonianos, onde a tensão é diretamente proporcional à taxa de deformação. Vermilyea Simon e Huget (1978) estudaram as propriedades reológicas (viscosidade e escoamento) de sete cimentos endodônticos por meio de um viscosímetro rotatório, em função do tempo e de diferentes rotações. Citaram a influência de fatores como tamanho de partículas, proporção pó-líquido ou pasta base-catalisadora na viscosidade dos cimentos. Houve uma ampla variação na viscosidade inicial desses cimentos que aumentou com o tempo. Avaliando os dados concluíram que cimentos apresentando um pequeno aumento na sua viscosidade por longos períodos pareceram ser de bom manuseio por operadores inexperientes, principalmente em obturações de dentes com múltiplos canais.

Para promover um selamento hermético na obturação dos canais um cimento deve possuir algumas propriedades, e uma das mais importantes é possuir baixa solubilidade associada a uma boa estabilidade dimensional. Com o intuito de verificar algumas propriedades físicas de dez cimentos endodônticos, disponíveis comercialmente na década de 80, Branstetter e Fraunhofer (1982) relataram grande variabilidade entre os resultados de seus estudos e de trabalhos realizados anteriormente, onde o mesmo material apresenta valores totalmente discrepantes. Os cimentos avaliados foram: AH 26, Diaket, Endométhasone, Kloroperka, N2, Nogenol, ProcoSol, Rickert's, Roth 511, Roth 801 e Tubli-Seal™. Com relação à solubilidade, onde ficaram imersos em água por um período de doze semanas, ProcoSol e Tubli-Seal™ tiveram comportamentos semelhantes, e apresentaram maior perda de peso. O ProcoSol demonstrou uma melhora em suas qualidades com o decorrer do tempo. Já o Diaket demonstrou baixa solubilidade com pouca alteração dimensional. O Nogenol demonstrou que apresentou uma solubilidade intermediária demonstrou uma grande expansão com o tempo.

Örstavik(1983) se mostrou preocupado com a ampla variabilidade das propriedades físico-químicas existente entre os vários cimentos endodônticos presentes no mercado até aquele momento. Os testes realizados nos produtos existentes no mercado não possuíam um padrão onde se permitisse a comparação entre eles. Com este intuito, resolveu realizar testes com 23 cimentos endodônticos presentes no mercado seguindo a especificação da ISO para cimento fosfato de zinco (ISO 1566-1978). Foram realizados os testes de escoamento, tempo de trabalho e resistência à compressão. O teste do tempo de trabalho foi realizado com o auxílio de um reômetro monitorando as contínuas mudanças na viscosidade dos cimentos. Citou o autor que alguns materiais foram afetados pelo movimento oscilatório do reômetro e, notadamente o ProcoSol, que não atingiu o endurecimento nas 24 horas do teste. Concluiu que o escoamento dos cimentos endodônticos varia amplamente, sendo altamente depende da proporção pó/líquido dos materiais. Com isso apontou para a necessidade dos fabricantes oferecerem uma proporção Pó/líquido que seja ideal para o uso clínico.

Numa extensa pesquisa, que culminou na defesa de sua tese de doutorado, Moraes (1984) realizou uma sucessão de experimentos buscando a formulação de um novo cimento endodôntico epóxico e com hidróxido de cálcio e, inclusive esclarecer a causa do escurecimento do AH 26 puro ou acrescido de

hidróxido de cálcio. Ao estudar esse escurecimento, encontrou uma interação entre a resina bisfenol A, a hexametilenotetramina e o óxido de bismuto. Substituindo esse último pelo carbonato de bismuto observou um acinzentamento discreto do cimento. Após 30 experimentos, obteve quatro formulações. Avaliou várias propriedades físicas do AH 26, AH 26 acrescido de Hidróxido de Cálcio, cimentos à base óxido de zinco e eugenol e mais os quatro experimentais à base de resina epóxica. Dentre os testes realizados avaliou o escoamento e o tempo de presa, segundo norma nº 8 da ADA para cimento de fosfato de zinco. Mostraram excelentes resultados de escoamento para os cimentos resinosos, que se comportaram com superioridade frente ao óxido de zinco e eugenol; entretanto, todos estiveram dentro dos padrões aceitáveis de escoamento. Constatou, ainda, a grande influência da umidade sobre o tempo de presa, o qual foi diminuído quase que pela metade quando os materiais foram expostos a ela.

A necessidade de se manter a vitalidade da região apical, e, lembrando que os materiais obturadores se mantêm em contato permanente com essa região, algumas associações de corticosteróides a cimentos foram realizadas na tentativa de diminuir o processo inflamatório na região, como é o caso do N-Rickert que é uma modificação do cimento de Rickert pela substituição de 2g e óxido de zinco por delta hidrocortisona, uma droga antiinflamatória. Sampaio e Sato (1984) avaliaram o escoamento apresentado pelos cimentos AH 26, Fill Canal, Alpha Canal, Trincanal, N-Rickert e óxido de zinco e eugenol. Uma folha de papel milimetrada foi colocada entre duas placas de vidro, para que se realizasse o cálculo do escoamento. Uma vez conseguida a consistência clínica ideal, com o auxílio de uma seringa de insulina 0,1 mL de cimento era colocado na parte superior da placa. A placa foi mantida em posição vertical a 37°C e umidade relativa de 100%. O escoamento apresentado pelos materiais foi determinado nos períodos de 1, 24 e 72 horas e uma semana. O óxido de zinco e eugenol e o Alpha canal não apresentaram na técnica utilizada, escoamento algum no transcorrer do estudo. Já o AH 26 propiciou o maior escoamento, aumentando inclusive, esse escoamento entre a primeira e segunda leitura. O segundo maior resultado do escoamento foi para o N-Rickert.

A viscosidade de um cimento obturador deve ser suficiente para permitir que o material atinja toda a extensão do canal e suas reentrâncias. Materiais que tomam presa têm sua viscosidade alterada com o tempo. Com esse conhecimento em pauta, Negm, Lilley e Combe (1985) avaliaram as características reológicas de

três cimentos endodônticos resinosos disponíveis comercialmente (AH 26, AH 26 silver-free e Diaket) comparando a viscosidade e o tempo de trabalho, assim como, determinando o efeito da manipulação e da aplicação de forças, sobre o cimento em relação ao tempo de trabalho desses cimentos, por meio de um viscosímetro de extrusão direta. Todos os materiais apresentaram comportamento pseudo-plástico, ou seja, tiveram sua viscosidade diminuída em função do seu modo de preparo e do tempo decorrido, já esperado por serem materiais que tomam presa. Observaram que, prolongando-se o tempo de espatulação, ocorre uma melhor consistência e homogeneidade, melhorando as características de manipulação e aumentando o tempo de trabalho dos cimentos.

A escolha do material ideal para a obturação do canal tem sido um questionamento incessante do profissional que tem a endodontia no seu dia a dia de trabalho. Escolher um material que possua boas propriedades físicas aliadas a uma boa aceitação pelos tecidos periapicais é a busca dos pesquisadores. Assim, Zytkevitz, Lima e Sobrinho (1985) estudaram o escoamento, tempo de presa inicial e final de seis cimentos obturadores de canais radiculares (N-Rickert, Trim Canal, AH 26, Alpha Canal, Endométhasone, e OZE). Para realização dos testes adaptaram as Especificações nº 8 do Grupo Brasileiro de Materiais Dentários (GBMD) e a nº 30 da American Dental Association (ANSI/ADA). Pelos resultados obtidos puderam concluir que o N-Ricket apresentou maior escoamento, seguido pelo Trim Canal e AH 26. Endométhasone e Alpha-Canal apresentaram resultados relativamente iguais entre si e o óxido de zinco e eugenol foi o que apresentou o pior resultado para esse teste. No que se refere ao tempo de presa, esse foi maior para o óxido de zinco e eugenol, seguido pelo AH 26 e o menor tempo foi do Trim Canal. Devido aos diferentes tempos de presa encontrados, os autores recomendaram a profissionais menos experientes e casos mais complexos, a utilização de cimentos com tempo de presa mais prolongado.

Uma das preocupações clínicas dos profissionais é o escurecimento da raiz do dente, ou até da coroa, após a realização da endodontia. Um cimento que apresente uma cor escura ou venha a apresentá-la, pode provocar alteração de cor do elemento dental por pigmentação ou mesmo por transparência, se não for totalmente removido da câmara pulpar. Isso pode ocorrer principalmente em pacientes com a tábua óssea delgada, prejudicando a estética dos mesmos. Focando esse aspecto, Moraes e Berbert (1985) explicaram o processo de reação

de escurecimento do cimento AH 26. Tal raciocínio também pode ser aplicado aos cimentos AH 26 silverfree e Sealer 26, já que as substâncias envolvidas no tal escurecimento são comuns a esses três cimentos, ou seja, a hexametilenotetramina e o óxido de bismuto. Relataram os autores que, o formaldeído liberado da hexametilenotetramina durante a reação de presa dos cimentos, transforma o bismuto, presente no pó desses materiais na forma de óxido, por meio, de uma reação de redução, em bismuto metálico, que é negro e o qual, por estar presente em grande quantidade na massa dos cimentos, torna-os enegrecidos.

O objetivo da terapia endodôntica é a obturação tridimensional do sistema de canais radiculares, fazendo com que os cimentos obturadores ocupem um papel extremamente importante, neste contexto. À medida que novos cimentos surgem, suas propriedades são comparadas com as de cimentos já estabelecidos no mercado. Caicedo e Fraunhofer (1988) compararam as propriedades físico-químicas de dois novos cimentos com hidróxido de cálcio (CRCS e Sealapex) com um amplamente utilizado à base de óxido de zinco e eugenol (ProcoSol). As propriedades estudadas foram: tempo de presa, expansão, absorção de água, análise de rX e microscopia eletrônica de varredura, resistência a compressão e radiopacidade. O CRCS tomou presa em 3 dias, tanto em ambiente com 100% de umidade como ambiente seco, já o ProcoSol levou 2 semanas para tomar presa em ambiente úmido, ao passo que o Sealapex em ambiente seco superou 4 semanas para tomar presa. Apesar do Sealapex possuir uma maior quantidade de sulfato de bário que o ProcoSol, apresentou uma menor radiopacidade. O Sealapex apresentou uma mudança de comportamento quando exposto a uma atmosfera úmida, apresentando uma significativa expansão volumétrica. Declararam os autores que este cimento teve um comportamento atípico quando comparado aos outros cimentos.

A tentativa de se encontrar o cimento endodôntico ideal é contínua e materiais já consagrados na clínica restauradora, ou com algumas modificações, estão sempre na linha de testes dos laboratórios de pesquisa de materiais endodônticos. É o caso do cimento de ionômero de vidro, um material híbrido com propriedades orgânicas e inorgânicas. Uma significativa propriedade desse material é sua afinidade com a hidroxiapatita do esmalte e dentina, mesmo sob condições de umidade. Com o objetivo de testar esse tipo de material usado endodonticamente, Ray e Seltzer (1991) avaliaram oito diferentes formulações do ionômero de vidro,

com respeito ao tempo de presa, radiopacidade, facilidade de utilização e adesão às paredes do canal radicular. As formulações foram comparadas ao cimento de Grossman, e as que obtiveram um melhor desempenho foram escolhidas. Além dessas propriedades físicas, os espécimes foram observados em microscopia eletrônica de varredura para verificar a adaptação do material obturador junto à dentina e ao cone de guta-percha, assim como, sua penetração nos túbulos dentinários. Relataram os autores que as propriedades físicas e a facilidade de manipulação das formulações escolhidas foram iguais ou superiores às do cimento de Grossman.

As propriedades físico-químicas dos cimentos estão diretamente relacionadas aos componentes presentes nas suas fórmulas. Sendo o cimento de Grossman um produto bastante utilizado pelos profissionais da odontologia, Savioli, Silva e Pecora (1994) decidiram estudar a influência que cada componente do cimento exercia sobre as propriedades físicas de escoamento, tempo de endurecimento e espessura do filme, seguindo a norma nº 57 da ANSI/ADA. Como o tamanho da partícula influencia no tempo de endurecimento, o pó das sete fórmulas estudadas foram passadas num tamis de malha 100. Com relação ao tempo de endurecimento observaram que as propriedades aceleradoras do breu tipo X, uma resina natural disponível no Brasil, foram superiores à capacidade de retardar o tempo de endurecimento do tetraborato de sódio anidro, essa intercorrência deve-se ao fato de seu pH ser 4,5 o que acelera a reação de endurecimento do óxido de zinco e eugenol. Com relação ao escoamento observaram que pós constituídos por óxido de zinco puro e associado ao tetraborato de sódio anidro não apresentam escoamento mínimo exigido pela norma. O breu e também o sulfato de bário dão um escoamento necessário ao cimento de óxido de zinco e eugenol.

É unânime na endodontia a busca pela obturação hermética do sistema de canal radiculares. A ocupação desse espaço, anteriormente ocupado pela polpa dental, é de fundamental importância para o sucesso do tratamento endodôntico. Devido a esse fato, o cimento endodôntico deve apresentar-se insolúvel frente aos fluidos tissulares, caso contrário decorrido algum tempo após a obturação endodôntica, havendo uma possível solubilização do cimento, ocorrerá o surgimento de espaços vazios no interior do sistema de canais radiculares comprometendo sobremaneira o sucesso do tratamento endodôntico. Sob esse foco Fidel et al(1994) utilizando a norma nº 57 da ANSI/ADA estudaram a solubilidade e desintegração de

alguns cimentos endodônticos que contêm óxido ou hidróxido de cálcio em suas composições (Apexit, Sealapex, CRCS e Sealer 26). Os autores encontraram baixos valores de solubilidade e desintegração para os cimentos Apexit e Sealer 26 (0,7%). Já o CRCS apresentou valores no limite máximo preconizado pela norma (3%), e para o Sealapex os valores de solubilidade e desintegração ficaram totalmente fora dos valores admissíveis (13%).

Existem algumas diferenças entre condições clínicas e laboratoriais durante a realização de testes para os cimentos obturadores de canais. Alan, Walton e Schaeffer (2001) no intuito de avaliar se o tempo de presa de alguns cimentos seria o mesmo em condições clínicas e laboratoriais, estudaram esse tempo de quatro cimentos endodônticos, sendo dois à base de óxido de zinco e eugenol (Roth e Tubli-Seal™), um à base de resina epóxica (AH 26) e um com óxido de cálcio (Sealapex). Foram utilizados 120 dentes humanos unirradiculados. Na tentativa de aproximar-se das condições clínicas, os dentes tiveram os canais instrumentados e, então, obturados pela técnica da condensação lateral. No passo seguinte, os dentes foram levados a uma estufa com 100% de umidade a 37°C. O remanescente do cimento espatulado foi colocado em uma placa de vidro e levado a uma incubadora com umidade e temperatura controladas. Nos períodos de 1, 4 e 8 semanas os dentes e as amostras dos cimentos foram retirados da incubadora. Os dentes foram clivados e o tempo de presa foi avaliado na interface entre o cimento obturador e o dente, assim como nas amostras colocadas nas placas de vidro. O critério de avaliação para as circunstâncias do cimento no interior do canal e também sobre a placa de vidro foram os mesmos: quatro avaliadores treinados utilizando-se da ponta de uma agulha gauge 27. Para verificar a consistência do cimento, nos dentes, contou-se com o auxílio de um microscópio clínico, em aumento de 10X. Uma inconsistência de valores foi observada entre os grupos dos cimentos, assim como, entre o mesmo cimento. O Roth foi o mais lento, tanto no interior do canal, como na placa de vidro. O AH 26 apresentou-se com a presa final na placa de vidro, após uma semana e no interior do canal somente após quatro semanas.

Na maioria dos estudos, o tempo de presa tem sido acompanhado por avaliações macroscópicas como a utilização das agulhas de Gillmore. Entretanto, as alterações na dureza da superfície não necessariamente refletem as transformações químicas que ocorrem por toda a massa do material. (CRAIG, 1993). Na expectativa

de encontrar uma correlação entre essas transformações e o tempo de presa Mazinis, Eliades e Lambrianides (2007) apresentaram um estudo onde monitoravam a reação de presa de quatro cimentos endodônticos pelo método de espectrometria infravermelha de Fourier. Os cimentos estudados foram o Roth 811, Endion e Sealapex, que tomam presa por uma reação ácido-base e o AH 26 silverfree que produz uma reação de polimerização catiônica. Cinco espécimes de cada cimento foram colocados em anéis de 10 mm de diâmetro por 1 mm de altura a 37°C e umidade relativa de 100%. O tempo de presa foi determinado de acordo com a International Standard 6876 (ISO 6876). Foram preparados três espécimes para cada material sendo realizadas quatro leituras como se segue: A - imediatamente após a espatulação; B - aproximadamente após metade do tempo de presa determinado pelo teste ISO; C - no tempo de presa e D - no período de três vezes o tempo de presa. Os resultados do tempo de presa de acordo com a ISO relataram um valor médio de 5.754 minutos para o Roth 811 e de 27 minutos para o Endion. Os espectros dos cimentos demonstraram que todo o eugenol do Roth 811 é consumido no tempo de presa. Já o Endion apresentou 48% dos seus componentes sem reagirem no tempo de presa, e a conversão dos grupos carboxila continuou por um período bem maior que esse tempo. Observaram que o Sealapex apresenta uma limitada interação entre os componentes de suas duas pastas havendo pouca matriz do cimento formada no tempo de presa. Com relação ao AH 26, verificaram que, apesar de ser um cimento que não contém formaldeído, contém a hexametilenotretamina, a qual é hidrolisada em amônia e formaldeído alcançando altos níveis de concentração desses produtos dois dias após a mistura.

2.2 DOS TRABALHOS RELACIONADOS COM O AH PLUS

O escoamento de um cimento endodôntico é uma propriedade que permite uma maior eficácia na obturação do sistema de canais radiculares, permitindo que, durante essa fase do tratamento, o material obturador possa atingir canais acessórios não atingidos pela biomecânica da instrumentação, assim como reentrâncias anatômicas existentes na cavidade radicular. Siqueira et al. (2000) observando que um bom escoamento de um cimento obturador endodôntico faz com que o material obturador atinja espaços que poderiam ser ocupados por bactérias que se desenvolveriam nos mesmos e com isso determinariam o insucesso do

tratamento endodôntico, avaliaram seis cimentos (Kerr Pulp Canal Sealer EWT, cimento de Grossman, ThermaSeal, Sealer 26, AH Plus[®], e Sealer Plus) quanto ao escoamento e a capacidade antibacteriana. Para o teste de escoamento uma quantidade de 0,5 mL de cada cimento foi preparada e colocada entre duas placas de vidro. Um peso de 500 g foi sobreposto às placas pelo período de um minuto. Para o teste antimicrobiano foi utilizado o teste de difusão em ágar incluindo duas colônias de bactérias anaeróbias restritas, oito aeróbias ou anaeróbias facultativas e uma amostra salivar combinada de todos os autores participantes do estudo. Todos os cimentos estudados demonstraram possuir uma atividade antimicrobiana. Os cimentos AH Plus[®] e o Kerr Pulp Canal Sealer EWT, demonstraram um melhor índice de escoamento.

A estabilidade dimensional é uma propriedade física necessária para um bom material obturador. Alterações nesta propriedade (contração) podem promover lacunas no interior da obturação permitindo que microrganismos se instalem e se reproduzam no interior das mesmas, sendo um fator de insucesso das obturações. Örstavik, Nordahl e Tibballs (2001) estudaram a alteração dimensional de 11 cimentos endodônticos: cimentos à base de óxido de zinco e eugenol (ProcoSol, Grossman, Pulp canal Sealer e Tubli-seal), resina epóxica (AH 26, AH 26 silverfree e AH Plus[®]), hidróxido de Cálcio (Apexit e Sealapex,) ionômero de vidro (Ketac-Endo) e um à base de silicone (Roeko-Seal). Foram utilizados cilindros de 6 mm de diâmetro por 12 mm de altura. Depois de preenchidos os espécimes foram mantidos em 100% de umidade e temperatura de 37^o C. Os cimentos com tempo de presa inferiores a duas horas foram mantidos na estufa úmida por três vezes o tempo de presa, sendo que os cimentos com tempo de presa superiores a este período ficaram no interior da estufa por, no máximo, 26 horas. Os espécimes, três para cada material, foram medidos em ambiente com umidade de 50% e temperatura de 23^o C e depois mantidos em frascos com água destilada a 37^o C e remedidos a cada quatro semanas até a 48^a semana. Não se conseguiu realizar o teste com o Sealapex devido à inconsistência e instabilidade de se produzir cilindros estáveis de tal dimensionamento do referido cimento. Os resultados demonstraram que, na maioria dos materiais, a maior alteração dimensional se dá nas primeiras quatro semanas. O ProcoSol apresentou uma expansão que excedeu 6% após um período maior de armazenamento. O AH 26 e AH 26 silverfree, apresentaram uma expansão

inicial de 4 a 5%. Já o AH Plus[®] expandiu inicialmente apenas 0,4% chegando a 0,9% nos períodos finais do trabalho.

Um imbricamento entre o cimento obturador e os túbulos dentinários é uma condição que favorece a qualidade de uma obturação endodôntica. Com o objetivo de avaliar essa característica dos cimentos obturadores De Deus et al. (2002) avaliaram a capacidade de penetração de diferentes cimentos endodônticos (EndoFill, Sealapex, AH Plus[®] e Pulp Canal Sealer) nos túbulos dentinários. Utilizaram 72 incisivos centrais superiores divididos em quatro grupos, sendo um para cada cimento. Cada grupo foi subdividido em dois, onde, em um dos grupos utilizava-se a lavagem final do canal com EDTA a 17% e em outro não. A obturação dos canais foi realizada com a utilização do System B e calcador de Schilder. Após a obturação, os dentes foram mantidos em ambiente com 100% de umidade durante duas semanas. As raízes, depois de clivadas, foram avaliadas em microscopia eletrônica de varredura, tendo como foco da observação a interface dentina/material obturador. Os resultados mostraram os piores valores para o Sealapex com diferença estatisticamente significativa para os demais.

A degradação do cimento pode causar espaços entre ele e a dentina, ou entre a interface do cimento e os cones de guta-percha, podendo permitir um crescimento bacteriano indesejável no interior do canal radicular. Poucos estudos de solubilidade de cimentos em meios que tentem imitar o meio bucal têm sido realizados. Schaefer e Zandbiaglari (2003) realizaram um estudo para verificar a solubilidade de seis diferentes classes de cimentos, em água bidestilada e saliva artificial: cimentos à base de resina epóxica (AH 26 e AH Plus[®]) silicone (RSA - RoekoSeal), hidróxido de cálcio (Apexit e Sealapex), óxido de zinco e eugenol (Aptal-Harz), ionômero de vidro (Ketac Endo) e polímero termoplástico (Diaket). O método seguido foi da International Standard Organization 6876, pela perda de peso das amostras. Os cimentos tomaram presa em ambiente a 37^o C com umidade relativa de 95%. Os espécimes receberam um banho de acetona em cuba de ultrassom por 15 minutos antes de serem imersos nos meios. Foram preparados 672 espécimes para cada cimento, divididos em quatro grupos de doze cada, para a imersão em quatro diferentes meios (saliva pH 4,5; saliva pH 5,7; saliva pH 7 e água bidestilada) em períodos de 30s, 1, 2, 5, 10, 20 minutos; 1, 2, 10, 24, 48, 72 horas e 14 e 28 dias. Foram totalizados 5.376 espécimes. O Ketac Endo demonstrou uma perda de peso considerável e contínua após o período de 30 segundos numa

variação de 3,27% a 7,49% de perda de peso. Os resultados mostraram que os cimentos à base de resina epóxica foram de baixa solubilidade, onde o AH 26 após 28 dias teve uma perda variando de 2,79% a 4,32%. Observou-se que o grande aumento da solubilidade do AH 26 ocorreu após o período de 10 horas. Já o AH Plus[®] apresentou uma perda de massa variando de 0,11% a 0,19% sendo, portanto, quase que insolúvel em todos os líquidos testados. Relataram os autores que todos os cimentos mostraram um aumento consistente e contínuo na taxa de solubilidade até os 28 dias do experimento, salientando que o período de 24h idealizado pela especificação internacional não é suficiente.

Durante a obturação do sistema de canais radiculares, os cimentos endodônticos associados aos cones de guta-percha, desempenham determinadas funções como: lubrificante, ajudando no assentamento do cone principal, agindo como agente de união entre o cone e a parede de dentina e também preenchendo espaços anatômicos inacessíveis ao material obturador primário. Apesar de serem considerados apenas materiais auxiliares no processo da obturação, tem sido demonstrado que sua influência no resultado final do tratamento endodôntico é relevante. Portanto, o seu comportamento clínico está diretamente ligado com suas propriedades físicas. McMICHEN et al. (2003) realizaram um estudo comparativo das propriedades físicas de cinco cimentos endodônticos: Roth 801, Tubli-Seal[™] EWT, AH Plus[®], Apexit e Endion. A solubilidade foi avaliada por um período de 12 semanas e o escoamento sob dois diferentes testes. Os resultados desse estudo demonstraram, em todos os casos, que a taxa de dissolução desses materiais é muito maior que suas capacidades de absorver líquidos. O Apexit demonstrou uma solubilidade cerca de 200 vezes maior que a do AH Plus[®], o que vem a ser um problema em termos de selamento. Com relação ao tempo de presa, os resultados em ordem crescente foram: Tubli-Seal EWT (70 minutos), Endion(80 minutos), Apexit(95 minutos), AH Plus[®] (500 minutos) e Roth 801, sendo que esse último não tomou presa. O escoamento demonstrou que todos os materiais estão dentro de uma média aceitável.

Na região do forame radicular, o cimento pode permanecer em contato com fluidos tissulares e exsudato por um longo período; por isso é necessário determinar os efeitos da exposição prolongada desse material aos fluidos. Para estudos em laboratório, a água foi considerada um material apropriado aos testes de solubilidade. Focando observar o comportamento de cimentos endodônticos de

vários grupos, Deonízio et al. (2003) avaliaram as propriedades físico-químicas de cinco cimentos obturadores de canal (Óxido de Zinco e Eugenol, Endométhasone, Endofill, AH Plus® e Sealer 26). Os testes de escoamento, tempo de trabalho, tempo de presa, solubilidade, espessura de película e radiopacidade foram realizados seguindo-se a metodologia proposta pela norma ISO/DIS 6876.2, uma atualização da norma nº 57 da ANSI/ADA. Baseados em seus resultados, relataram que todos os cimentos estudados tiveram os valores de escoamento superiores aos vinte milímetros sugeridos pela norma, satisfazendo as exigências da mesma. O AH Plus® apresentou o maior valor de escoamento, ficando o Óxido de Zinco e Eugenol com o pior resultado. Com relação ao tempo de presa, o OZE apresentou o mais longo tempo, seguido pelo AH Plus®; já o Endométhasone teve o menor tempo. O melhor desempenho, quanto à espessura de película, foi para o Endométhasone e o Endofill. O OZE apresentou a menor solubilidade com um valor médio de 0,106%, já o AH Plus® teve um valor de 1,686%. Já, quanto a radiopacidade, o Sealer 26 apresentou valores equivalentes a 9,0 mm de Alumínio, seguido por Endofill e AH Plus® com valores de 6,0 mm de Alumínio.

É constante a procura por um cimento endodôntico ideal. Encontrar um cimento que preencha boas qualidades físico-químicas permitindo uma boa resposta do organismo quando este se encontrar em contato com o remanescente periapical é o anseio dos endodontistas. O AH Plus® mostrou-se um cimento com ótimas qualidades físico-químicas, então, Duarte, Demarchi e Moraes (2004) na tentativa de melhorar ainda mais essas qualidades, realizaram um estudo verificando o pH e a liberação de cálcio do cimento AH Plus® e do mesmo modificado por meio da adição de 5% e 10% de hidróxido de cálcio. Os cimentos foram espatulados e colocados em tubos de 1 cm de comprimento por 1,5 mm de diâmetro e imersos em 20 mL de água deionizada. Uma quantidade de 4 mL de água foi retirada dos frascos após 24, 48 horas; 7, 14 e 30 dias para a determinação do pH. A liberação dos íons cálcio foi verificada com auxílio de um espectrofotômetro de absorção atômica. Como era esperado, a capacidade alcalinizadora e a liberação de íons cálcio cresceram em função da maior adição de hidróxido de cálcio ao cimento.

Muitos estudos sobre as propriedades físico-químicas dos cimentos obturadores de canal são realizados, mas nem sempre leva-se em conta o aumento da temperatura dos materiais que são espatulados em temperatura ambiente, e posteriormente, são levados à cavidade bucal que se encontra numa temperatura

acima daquela. Uma dessas propriedades que pode ser alterada é a viscosidade, onde, quanto maior a viscosidade, menor será a velocidade em que o fluido se movimentará. (BRADEN, 1967). Visualizando isso, Lacey et al. (2006) realizaram um estudo para verificar o efeito do aumento da temperatura na viscosidade dos cimentos endodônticos. Foi utilizada uma caracterização reológica por meio de um sistema de cone estacionário e um prato rotativo denominado Sistema de Expansão Reométrica de Alta Performance com Pressão Controlada (ARES). Os cimentos estudados foram Apexit, Tubliseal EWT, Cimento de Grossman (proporção pó líquido de 2:1 e 3:1), AH Plus® e Ketac-Endo. Os experimentos foram realizados a temperaturas de 25° C e 37° C sendo completados em 30 minutos desde o início da espatulação. Foram 5 espécimes em cada temperatura para cada material. O aumento da temperatura reduziu a viscosidade do Apexit, Tubli-Seal™ e AH Plus®, ao passo que o cimento de Grossman e Ketac-endo tiveram viscosidade aumentada.

Os cimentos à base de resina têm ganhado bastante popularidade no meio clínico e científico e são aceitos pela ANSI/ADA como cimentos obturadores de canal. Apesar dos materiais resinosos serem consagrados na restauração de dentes, na endodontia a resina ainda é um material relativamente novo. Versani et al. (2006) compararam as propriedades físico-químicas do AH Plus® e Epiphany™. Avaliaram o tempo de presa, solubilidade e desintegração, escoamento, espessura de película e alteração dimensional. Para cada teste foram confeccionados cinco corpos de prova de cada material seguindo as especificações nº 57 da ANSI/ADA. O cimento Epiphany™ foi manipulado em uma sala escura utilizada para processamento radiográfico, para que a luz do dia não interferisse no tempo de presa do cimento. Com relação a esse tempo os resultados apontaram valores médios de 500 minutos para o AH Plus® e de 25 minutos para o Epiphany™. Quanto à solubilidade os valores médios encontrados foram de 0,21% e 3,41% para o AH Plus® e Epiphany™ respectivamente, demonstrando estar o primeiro dentro das especificações recomendadas pela ANSI/ADA, o que não aconteceu com o Epiphany™. A água destilada utilizada no teste de solubilidade do Epiphany™, foi submetida ao teste de espectrometria de absorção atômica, demonstrando que o cimento liberou uma grande quantidade de íons cálcio (41,46mg/l). Com relação às alterações dimensionais, os cimentos apresentaram expansão de 1,3% e 8,1% respectivamente para o AH Plus® e Epiphany™. Os resultados de escoamento foram de 38,57 (±3,85)mm para o cimento a base de resina epóxica (AH Plus®) e de

35,74(±047)mm para o cimento dual de metacrilato (EpiphanyTM), mostrando que ambos estão dentro dos padrões recomendados pela norma nº 57 da ANSI/ADA.

A incessante busca pela melhora da qualidade das obturações dos canais radiculares faz com que novos materiais obturadores estejam sempre surgindo. Fischer, Berzins e Bahcall (2007) realizaram um estudo comparando a força de adesão às paredes de dentina de cinco cimentos endodônticos: Kerr EWT, AH Plus[®], Resilon, Activ GP e EndoREZ. Foram utilizados cinco dentes para cada grupo os quais tiveram os canais instrumentados com o sistema EndoSequence taper 0.6. A obturação foi realizada pela técnica do cone único sem qualquer tipo de condensação, sendo o diâmetro # 40 utilizado para a escolha do cone principal para todos os casos. Os grupos um e dois foram obturados com cones de guta-percha e cimentos Kerr EWT e AH Plus[®], respectivamente. Nos demais grupos foram utilizados seus respectivos sistemas de obturação. Para a realização do teste “push-out” os dentes foram seccionados em três partes: coronal, médio e apical, criando-se para cada espécime 9 discos de 1mm de espessura. Os resultados obtidos pelo AH Plus[®] foram os mais favoráveis, havendo diferença estatística significativa para os demais grupos. Os piores resultados foram apresentados pelo EndoREZ e Resilon/EpiphanyTM.

De acordo com De Deus (1975) a incidência de canais laterais nos dentes chega a ser de 27,4%, geralmente, localizados na região apical do sistema de canais radiculares. Muitas vezes, a manutenção desses espaços vazios pode culminar no insucesso do tratamento endodôntico (INGLE, 1952). Almeida et al. (2007) realizaram um estudo avaliando o escoamento de cinco cimentos endodônticos relacionando-os com suas capacidades de selar canais laterais e prevenir a microinfiltração. Dos cimentos avaliados, dois eram à base de resina (AH Plus[®] e EpiphanyTM), dois de óxido de zinco e eugenol (Endométhasone e Pulp Canal Sealer) e um contendo óxido de cálcio (Sealapex). Foram realizados testes de acordo com a norma nº 57 da ANSI/ADA e também seguindo as especificações da ISO - 6876. A diferença entre ambos está no volume de cimento analisado e no diâmetro mínimo de escoamento. Dois canais laterais foram feitos com auxílio de brocas nos terços médio e apical. Os resultados mostraram que o AH Plus[®] obteve o melhor resultado no teste da ANSI/ADA seguido pelo Pulp Canal Sealer. Já pelo teste da ISO o melhor resultado ficou com o EpiphanyTM seguido pelo Pulp Canal Sealer. O cimento Sealapex não obteve o valor mínimo de escoamento no teste da

ISO e o Endométhasone ficou abaixo, em ambos. Em relação à infiltração o AH Plus® apresentou a menor infiltração. Os autores não observaram correlação entre os valores de escoamento requeridos pelas normas da ANSI/ADA e ISO e a capacidade dos cimentos em preencher 0,1 mm dos canais laterais artificiais.

Testes de solubilidade e alterações dimensionais são essenciais para verificar a qualidade de um cimento obturador. Porém, a grande quantidade de material utilizada nesses testes, conforme a norma nº 57 da ANSI/ADA, pode ser um fator limitante para a realização dos mesmos num único estudo. (CARVALHO-JUNIOR et al., 2007). Sob esse foco os autores apresentaram um estudo onde realizaram os testes de solubilidade e alteração dimensional seguindo as regras da especificação nº 57 da ANSI/ADA, mas com corpos de prova de cimento com menores dimensões. Os materiais testados foram Endofill e AH Plus®. Para preparar os corpos de prova com menores dimensões, foi necessário determinar a densidade do corpo de prova padrão. Essa densidade foi mantida constante para cada novo corpo de prova em dimensões menores do que o padrão. A quantidade de água destilada utilizada no estudo também foi mantida proporcional às novas dimensões do corpo de prova, equivalendo à quantidade utilizada no corpo de prova padrão da ANSI/ADA. Nos testes de alteração dimensional houveram espécimes onde a redução do volume de material utilizado chegou a 92,5%. Concluíram os autores que a diminuição na quantidade do material para os referidos testes, quando mantida a densidade do corpo de prova, não alterou a precisão dos mesmos.

A adesividade dos cimentos endodônticos representa uma de suas principais características, uma vez que evita a percolação de fluidos entre os espaços da obturação, além de evitar o deslocamento da massa obturadora durante os procedimentos operatórios. Na tentativa de identificar essa adesividade entre dois tipos de cimentos endodônticos, Sousa-Neto et al. (2008) avaliaram a adesividade dos cimentos AH Plus® e Epiphany™ associados aos cones de guta-percha e resilon, por meio do método “push- out”. Os 40 corpos de prova, sob forma de discos de dentina de 4mm de espessura, foram distribuídos de forma aleatória em quatro grupos de acordo com o material de preenchimento: AH Plus® /guta-percha, AH Plus® /Resilon, Epiphany™/Resilon e Epiphany™ /guta-percha. Após o preenchimento e a presa dos materiais os corpos de prova foram mantidos em estufa a 37°C e umidade relativa de 95% pelo período de três vezes o tempo de presa dos materiais

e, finalmente submetidos ao teste. As maiores médias foram obtidas pelo EpiphanyTM/Resilon e os piores resultados pelo AH Plus[®]/Resilon.

Um cimento endodôntico deve manter suas propriedades ao longo do tempo, por isso Bouillaguet, Barthelemy e Wataha (2008) decidiram estudar a capacidade seladora de quatro cimentos endodônticos realizando acompanhamento por um período de doze meses. Os materiais estudados foram: Pulp Canal Sealer (PCS), AH Plus[®], Guta-Flow e EpiphanyTM. Foram utilizados 40 primeiros molares superiores, com canais instrumentados com o sistema ProTaper, nos terços médio e cervical. No terço apical o preparo foi realizado com instrumentos manuais # 40 de NiTi, com conicidade de 6%. A técnica de obturação utilizada foi a do cone único. Leituras foram realizadas nos períodos de 6, 12 e 24 horas. Após esses períodos os espécimes foram mantidos em umidade de 95% e temperatura de 37°C por um ano, quando foram novamente submetidos aos testes. Os resultados mostraram que a infiltração diminuiu após o período de 12 meses.

3 Proposição

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o tempo de presa, escoamento e solubilidade do cimento AH Plus® quando preparado com porções de pastas retiradas do início, da metade e do final das bisnagas.

4 Material e Métodos

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MATERIAL

Foi utilizado o cimento AH Plus® (Dentsply DeTrey, Konstanz, Alemanha), cuja composição, de acordo com o fabricante é:

Pasta A: resina epóxica bisfenol-A, resina epóxica bisfenol-F, tungstato de cálcio, óxido de zircônio, sílica, pigmentos de óxido de ferro.

Pasta B: AminoAdamantane; Dibenzyl diamine; tricyclodecane-Diamina; tungstato de cálcio; óxido de zircônio; Sílica; óleo de silicone.

As propriedades analisadas foram: tempo de presa, escoamento e solubilidade, sendo utilizados nove (9) conjuntos com duas bisnagas cada (Pasta base A e pasta catalisadora B) do cimento AH Plus® (Figura 1), totalizando, portanto, três (3) conjuntos para cada propriedade avaliada.

Para a avaliação de cada uma das propriedades foram formados três grupos: Grupo I, Grupo M e Grupo F, de acordo com o momento da coleta da pasta do interior das bisnagas para a realização dos testes. Assim o Grupo I correspondeu à coleta das pastas das primeiras porções das bisnagas, o Grupo M das porções intermediárias e o Grupo F correspondeu à coleta das últimas porções existentes nas bisnagas.

De cada um dos três conjuntos foram confeccionados três corpos de prova para cada momento da coleta, exceto para o teste da solubilidade, para o qual foram confeccionados apenas dois corpos de prova, totalizando, dessa maneira, oito corpos de prova para cada Grupo.

Após cada coleta da quantidade de cimento, de cada conjunto, suficiente para a confecção dos corpos de prova, da propriedade avaliada, era aguardado o período de doze dias para nova coleta. Para que se atingisse a pasta localizada no meio e no final das bisnagas, era retirado, diariamente 1cm de pasta de cada bisnaga, completando-se, portanto, 12cm de material, quantidade suficiente para atingir o intervalo desejado, ou seja: o meio ou o final da bisnaga. Dessa maneira, cada teste foi completado em vinte e quatro dias, considerando a coleta das porções de cimento.

Os conjuntos de bisnagas utilizados no estudo, contendo a Pasta A e a Pasta B, foram devidamente identificados e constam dos apêndices A, B e C.

4.2 MÉTODOS

4.2.1 Análise do tempo de presa

A determinação do tempo de presa foi realizada tomando-se por base a norma nº 57 da ANSI/ADA (2000), que se tornou efetiva a partir de abril de 2001, normatização esta que aborda os ensaios que avaliam as propriedades físico-químicas de materiais obturadores.

Testes preliminares, demonstraram que a quantidade de 2cm de cada pasta era suficiente para o preenchimento do anel metálico de 10mm de diâmetro por 2mm de altura, utilizado no teste.

Para a padronização da quantidade de cimento utilizada, foi utilizada uma placa de vidro graduada em 1x1cm. Sobre essa placa eram dispensados 2cm do material de cada bisnaga, Figuras 3 e 4, totalizando 4cm de cimento, quantidade suficiente para a confecção de três corpos de prova do teste.

Achamos oportuno ressaltar que durante a remoção da porção inicial da pasta B, da bisnaga correspondente ao conjunto B, a pasta apresentou-se extremamente líquida Figura 7 e, após a espatulação, depois do acréscimo da pasta A, ao ser colocado no anel, o cimento escoou por debaixo do mesmo, tal a sua fluidez. Esta ocorrência obrigou à coleta de nova porção das pastas para a confecção de outro corpo de prova. Em tempo, por curiosidade, aquele espécime com o cimento extremamente fluido foi monitorado por vários dias e ficou constatado que o cimento não tomou presa.

Após ser dispensado sobre a placa, o cimento era espatulado por 1 minuto e, então, vertido no interior dos anéis até o preenchimento completo dos mesmos, realizando-se, então, a verificação dos tempos de presa: inicial e final.

Para a determinação do tempo de presa inicial foi utilizada a agulha de Gilmore de 113,5g de peso e ponta com 2 mm de diâmetro. Já a verificação do tempo de presa final foi realizada com a agulha de Gilmore pesando 456,3g com ponta de 1mm de diâmetro. As agulhas eram tocadas em, pelo menos, 3 locais distintos na superfície do cimento. Os tempos de presa inicial e final foram definidos como aqueles decorridos desde a espatulação do cimento até o momento em que, ao se tocar na superfície do mesmo com as agulhas, não se observava qualquer marcação da respectiva agulha.

Este experimento foi realizado em condições de temperatura e umidade relativa controladas, respectivamente a $37(\pm 1)^{\circ}\text{C}$ e $95(\pm 5)\%$.

4.2.2 Análise do Escoamento

O escoamento foi avaliado usando a metodologia proposta pela norma nº 57 da ANSI/ADA para materiais endodônticos seladores.

O teste foi conduzido espatulando-se o cimento de acordo com as instruções do fabricante e, com a auxílio de uma seringa descartável (Injex, Ourinhos, SP, Brasil) graduada, para insulina (para cada espécime foi utilizada, uma seringa nova) $0,5(\pm 0,05)$ mL do cimento, foi colocado sobre o centro de uma placa de vidro lisa e plana, com dimensões de 70 x 70 x 5 mm. Para se atingir a quantidade de 0,5mL do cimento proporcionado e espatulado, foram utilizados 6,0cm de pasta de cada bisnaga Figuras 5 e 6. Decorridos três minutos do início da espatulação, outra placa de vidro lisa e plana foi colocada sobre o cimento, recebendo um peso que somado ao dela, atingiu 120 gramas. Foram confeccionados três corpos de prova de cada conjunto de bisnagas para cada momento de retirada da pasta do interior das bisnagas. Decorridos 10 minutos do início da espatulação, a placa e o peso foram removidos e os diâmetros maior e menor do círculo formado pelo cimento foram medidos com auxílio de uma régua de alumínio graduada em milímetros.

Após as medições, o valor médio dos diâmetros, considerando cada corpo de prova de cada conjunto de bisnagas, foi calculado e o valor encontrado, com aproximação ao milímetro inteiro mais próximo, foi considerado como o valor do escoamento do cimento, sempre levando-se em conta o momento de retirada da pasta das bisnagas.

4.2.3 Análise da Solubilidade

Para a determinação da solubilidade, foram confeccionados corpos de prova do cimento, seguindo-se, também, as orientações emanadas da norma nº 57 da ANSI/ADA. Desta forma, dois anéis de Teflon® de 20mm de diâmetro e 1,5mm de altura foram preenchidos totalmente com o cimento, devidamente proporcionado e manipulado em ambiente com temperatura em torno de 25°C . A quantidade de

cimento necessária para tal preenchimento foi de 6,0cm de cada bisnaga, quantidade semelhante à do teste de escoamento. No interior da massa do cimento ainda amolecido, foi inserido um fio de nylon para que, durante a imersão do cimento em água destilada, o espécime pudesse ser mantido suspenso, não tocando na parede do frasco, durante o período experimental. Os anéis, preenchidos com ligeiro excesso de cimento, foram colocados sobre placas de vidro protegidas com papel celofane. Depois de preenchidos, outra placa também protegida, foi colocada sobre esses anéis, uma leve pressão sobre essa placa foi realizada até que a mesma tocasse a superfície dos anéis, deixando uma espessura uniforme e com isso formando uma superfície lisa de cimento. O conjunto, então, foi levado a uma cabine, e mantido a $37(\pm 1)^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $95(\pm 5)\%$ pelo período de uma vez e meia o tempo de presa do material. Decorrido esse período, os espécimes foram retirados dos anéis, e as partículas soltas foram removidas de sua superfície lavando-se com água destilada. A seguir foram colocados em um desumidificador onde permaneceram por 24h. Na sequência, foram pesados em balança de precisão (Quimis Aparelhos Científicos Ltda. São Paulo-Brasil) com 4 casas decimais, sendo a massa anotada em ficha.

Antes da imersão dos espécimes os recipientes foram lavados com solução sulfonítrica, preparada com uma parte de ácido sulfúrico para 3 partes de ácido nítrico, e lavagem final com detergente, removendo qualquer detrito do seu interior, secos em estufa e colocados em um desumidificador para a remoção de possíveis partículas suspensas, sendo, posteriormente, pesados em balança analítica da marca Quimis (Quimis Aparelhos Científicos Ltda.- São Paulo-Brasil) com 4 casas decimais. Os espécimes foram, então, imersos em $50(\pm 1)$ mL de água destilada acondicionados em frascos de vidro selados, cuidando-se para que os espécimes, suspensos e imersos na água, não tocassem as paredes dos recipientes, conforme visualizado na Figura 2. Após a imersão dos espécimes, os frascos foram selados e o sistema mantido a $37(\pm 1)^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $95(\pm 5)\%$ por um período de 24 (vinte e quatro) horas. Decorrido esse período, os espécimes foram removidos dos recipientes e os mesmos foram colocados, sem a tampa, em uma estufa, onde permaneceram à temperatura de 70°C até que toda a água fosse evaporada sem sofrer ebulição. Eliminada toda a água do interior dos frascos, os mesmos foram levados a um desumidificador pelo período de 30 minutos

e, posteriormente, pesados novamente até que a massa do frasco apresentasse valores constantes com 4 casas decimais.

A solubilidade foi considerada como a quantidade de massa perdida de cada espécime, tendo como base o aumento de massa nos frascos, conforme a eq(1):

$$S = \frac{M_f - M_i}{M_i} (1)$$

onde M_f e M_i são a massa final e inicial dos frascos, respectivamente.

Figura 1 Conjunto do cimento AH Plus®

Figura 2- Espécime imerso em água durante o teste de solubilidade

Figura 3- Segunda porção para o teste de tempo de presa do conjunto 2

Figura 4- Terceira porção para o teste de tempo de presa do conjunto 2

Figura 5- Primeira porção do conjunto 3 para o teste de escoamento, observar a consistência mais fluida da Pasta B (branca)

Figura 6- Segunda porção do conjunto 3 para o teste de escoamento, observar a consistência mais firme da Pasta B (branca)

Figura 7 – Primeira porção das bisnagas do conjunto 2 para o teste de tempo de presa, que foi descartado por não ter tomado presa

4.2.4 Análise estatística

Após a obtenção dos dados de todos os testes referentes às 3 propriedades analisadas, aqueles referentes ao tempo de presa e escoamento, foram submetidos à análise estatística, empregando-se a análise de variância a dois critério e comparações individuais pelo teste de Tukey-Kramer.

5 Resultados

5 RESULTADOS

Para facilidade de interpretação, os resultados foram divididos em função das propriedades analisadas.

5.1 TEMPO DE PRESA

Os tempos de presa, inicial e final, encontrados ao longo do experimento, de acordo com os grupos e os conjuntos de bisnagas, estão dispostos nas tabelas 1, 2 e 3.

Tabela1 - Valores referentes aos tempos de presa inicial e final em horas e, entre parênteses, em minutos, do Grupo I

	Grupo I	Tempo presa inicial	Tempo presa final
CONJUNTO 1	1º espécime	47 h e 20 min(2840)	61h e 40min(3700)
	2º espécime	64 h e 47 min(3887)	78 h e 13 min(4693)
	3º espécime	34 h e 51 min (2091)	46h e 41 min(2801)
CONJUNTO 2	1º espécime	não tomou presa	não tomou presa*
	2º espécime	13 h e 15 min(795)	19h e 58 min(1198)
	3º espécime	35 h e 10 min(2110)	57 h e 10 min(3430)
	4º espécime	43 h e 45 min(2625)	81 h e 08 min(4868)
CONJUNTO 3	1º espécime	12 h e 19min(739)	19h e 04 min(1144)
	2º espécime	36 h e 56 min(2216)	49h e 00 min((2940)
	3º espécime	57 h e 00 min(3420)	66 h e 49 min(4009)

* O período de espera para a polimerização deste espécime foi de 4 semanas

Tabela 2 – Valores referentes aos tempos de presa inicial e final em horas e, entre parênteses, em minutos do Grupo M

Grupo M		Tempo presa inicial	Tempo presa final
Conjunto 1	1º espécime	11h e 27 min (687)	27h e 02 min(1622)
	2º espécime	11h e 28 min(688)	24 h e 09 min(1449)
	3º espécime	30h e 00 min(1800)	52 h e 20 min(3140)
Conjunto 2	1º espécime	32h e 23 min(1943)	48 h e 00 min(2880)
	2º espécime	29h e 50 min(1790)	52 h e 20 min(3140)
	3º espécime	19h e 50 min(1190)	41h e 24 min(2484)
Conjunto 3	1º espécime	12 h e 11 min(731)	28 h e 18 min(1698)
	2º espécime	11h e 03 min(663)	14 h e 29 min(869)
	3º espécime	29h e 40 min(1740)	39h e 37 min(2377)

Tabela 3- Valores referentes aos tempos de presa inicial e final em horas e, entre parênteses, em minutos do Grupo F

Grupo F		Tempo presa inicial	Tempo de presa final
Conjunto 1	1º espécime	8h e 40 min(520)	13 h e 31 min(811)
	2º espécime	8h e 42 min(522)	13 h e 31 min(811)
	3º espécime	8h e 40 min(520)	13 h e 32 min(812)
Conjunto 2	1º espécime	10 h e 08 min(608)	17 h e 37 min(1057)
	2º espécime	18 h e 54 min(1134)	29 h e 26 min(1766)
	3º espécime	23 h e 15 min(1395)	37 h e 39 min(2259)
Conjunto 3	1º espécime	10 h e 00 min(600)	17 h e 29 min(1049)
	2º espécime	9 h e 58 min(598)	17 h e 30 min(1050)
	3º espécime	10 h e 01 min(601)	18 h e 08 min(1088)

Na tabela 4 estão as comparações, pelo teste de Tukey, entre os valores médios dos tempos de presa inicial e final para o cimento AH Plus® considerando-se início, meio e final das bisnagas.

Tabela 4 – Teste de Tukey para comparações dos valores médios dos tempos de presa inicial e final entre os valores obtidos no início, meio e final das bisnagas.

Grupo	Valores médios	Valores médios
	Presa inicial	Presa final
I	38,37 ^a	53,30 ^a
M	20,87 ^b	36,40 ^{ab}
F	11,92 ^b	19,82 ^b

Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa a 5% de probabilidade

A tabela 5 apresenta a comparação, pelo teste de Tukey, entre os valores médios dos tempos de presa inicial e final para o cimento AH Plus considerando-se os conjuntos das bisnagas, utilizadas no experimento, independente do grupo.

Tabela 5 – Teste de Tukey comparando as médias dos tempos de presa inicial e final entre os valores obtidos entre os conjuntos de bisnagas.

Conjunto	Média tempo de	Média tempo de
	presa Inicial	presa final
1	25,16 ^a	42,74 ^a
2	25,10 ^a	36,73 ^a
3	20,90 ^a	30,04 ^a

Letras iguais indicam que não há diferença estatisticamente significativa a 5% de probabilidade

5.2 ESCOAMENTO

As Tabelas 6, 7 e 8 contêm os valores dos diâmetros (em mm) maior e menor dos círculos obtidos durante o teste de escoamento bem como suas médias e, também, a média correspondente ao valor do escoamento propiciado pelos 3 conjuntos, de acordo com os Grupos I, M e F, respectivamente.

Tabela 6 – Diâmetros menores e maiores (em mm) dos círculos obtidos no teste de escoamento do material presente no início da bisnaga, bem como, a média que corresponde ao escoamento do Grupo I

Grupo I	<i>Menor diâmetro</i>	<i>Maior diâmetro</i>	<i>Escoamento em mm</i>
Conjunto 1	40,0	57,0	46,5
Conjunto 2	41,0	48,0	43,6
Conjunto 3	39,0	65,0	50,0
Média			46,7

Tabela 7 – Diâmetros menores e maiores (em mm) dos círculos obtidos no teste de escoamento do material presente no meio da bisnaga, bem como, a média que corresponde ao escoamento do Grupo M

Grupo M	<i>Menor diâmetro</i>	<i>Maior diâmetro</i>	<i>Escoamento em mm</i>
Conjunto 1	33,0	41,0	36,6
Conjunto 2	33,0	37,0	37,3
Conjunto 3	32,0	37,0	34,2
Média			36,0

Tabela 8– Diâmetros menores e maiores (em mm) dos círculos obtidos no teste de escoamento do material presente no final da bisnaga, bem como, a média que corresponde ao escoamento do Grupo F

Grupo F	<i>Menor diâmetro</i>	<i>Maior diâmetro</i>	<i>Escoamento em mm</i>
Conjunto 1	26,0	33,0	29,6
Conjunto 2	29,0	30,0	29,5
Conjunto 3	28,0	33,0	30,8
Média			30,0

A tabela 9 apresenta o teste de Tukey para a média dos valores de escoamento para o cimento AH Plus[®] referente ao início, meio e final das bisnagas.

Tabela 9- Teste de Tukey para os valores médios do escoamento do início, meio e final das bisnagas

Grupo	<i>Média dos valores escoamento</i>
I	46,7 ^a
M	36,0 ^b
F	30,0 ^b

Letras diferentes significam diferença estatisticamente significante a 5% de probabilidade.

5.3 SOLUBILIDADE

Na tabela 10 estão dispostos os valores das massas dos frascos utilizados, antes e após o teste, bem como, a diferença de massa dos mesmos, caracterizando o valor (em g) da solubilidade do cimento. Também estão presentes os valores da massa inicial dos espécimes e a solubilidade do AH Plus[®], expressa em porcentagem, e as médias respectivas, de acordo com os grupos experimentais (I, M e F).

Tabela10 - Valores das massas, em gramas, dos frascos, antes e após o teste, diferença entre os mesmos, peso inicial dos espécimes e porcentagem da solubilidade, referentes aos Grupos I, M e F.

GRUPO	Conjuntos	Peso dos frascos antes(g)	Peso dos frascos após(g)	Diferença(g)	Peso Inicial do espécime(g)	Solubilidade (%)
I	Conjunto 1	148,5642	148,5644	0,0002	1,4905	0,01
	Conjunto 1A	148,1851	148,1852	0,0001	1,4442	0,01
	Conjunto 2	116,209	116,2092	0,0002	1,3957	0,01
	Conjunto 2A	112,2349	112,2349	0,0000	1,1821	0,00
	Conjunto 3	146,7087	146,7089	0,0002	1,3546	0,01
	Conjunto 3A	146,4108	146,4111	0,0003	1,3761	0,02
	média			0,00016	1,3738	0,01
M	Conjunto 1	148,6387	148,6389	0,0002	1,4065	0,01
	Conjunto 1A	146,6351	146,6353	0,0002	1,7514	0,01
	Conjunto 2	120,9577	120,9579	0,0002	1,4382	0,01
	Conjunto 2A	84,2880	84,2881	0,0001	1,4937	0,01
	Conjunto 3	148,2119	148,2121	0,0002	1,6476	0,01
	Conjunto 3A	148,6541	148,6541	0,0000	1,499	0,00
	média			0,0001	1,5394	0,008
F	Conjunto 1	148,681	148,6811	0,0001	1,7954	0,01
	Conjunto 1A	146,8015	146,8017	0,0002	1,5235	0,01
	Conjunto 2	101,7200	101,7203	0,0003	1,7347	0,02
	Conjunto 2A	87,2280	87,2282	0,0002	1,7416	0,01
	Conjunto 3	120,9626	120,9629	0,0003	1,7268	0,02
	Conjunto 3A	84,2907	84,2909	0,0002	1,7761	0,01
	média			0,0002	1,7166	0,013

Os resultados (0,008 a 0,013%) mostram que a solubilidade do cimento estudado está dentro das especificações da norma nº 57 da ANSI/ADA, a qual exige que a solubilidade de um cimento endodôntico não deve ser superior a 3% de sua massa original.

6 Discussão

6 DISCUSSÃO

6.1 DA METODOLOGIA EMPREGADA

As propriedades físico-químicas dos materiais utilizados, sem dúvida, exercem grande influência na qualidade final da obturação endodôntica. O cimento AH Plus® é uma referência para os estudos de vários outros cimentos endodônticos. O presente trabalho teve por objetivo avaliar algumas de suas propriedades físico-químicas, considerando a utilização do mesmo, quando colhido material, para a confecção dos corpos de prova do início, meio e final das bisnagas. As propriedades avaliadas foram: tempo de presa, escoamento e solubilidade.

Os conjuntos foram compostos de duas bisnagas, abrigando as pastas A (base) e B (catalisadora), devidamente identificados com número de série e lote de fabricação, para que pudessem ser facilmente identificados caso houvesse uma falha na sua linha de produção e, se necessário, serem substituídos.

Com relação ao tempo de presa, a maioria dos estudos encontrados na literatura obedece à norma nº 57 da ANSI/ADA (MORAES, 1984; DUARTE, 1999, BRANDÃO, 1999; McMICHEN, 2003; NIELSEN et al., 2006; VERSIANI et al., 2006). ou a especificação nº 6876-1986 da ISO (ALMEIDA et al., 2007). Neal et al. (2001) utilizaram uma metodologia onde compararam o tempo de presa simulando condições clínicas e laboratoriais. Neste estudo os autores utilizaram dentes obturados para simular condições clínicas e o restante do cimento utilizado na obturação foi colocado numa placa de vidro. Ambos foram mantidos em umidade relativa de 100% a 37°C. As medições foram realizadas com agulhas gauge 27. Apesar de verificar uma inconsistência nos resultados entre os grupos e também dentro dos próprios grupos, observaram que o cimento na placa de vidro tomou presa em um tempo menor do que nos dentes obturados. Sob o ponto de vista de uma padronização, fica difícil a utilização desta técnica, pois, os resultados foram descritos apenas como não endurecido, parcialmente endurecido e endurecido, além de não existir uma padronização da força aplicada sobre o cimento.

Ainda, com relação ao tempo de presa, existem outros métodos para sua aferição, como por exemplo, por meio de um aparelho denominado reômetro, que detecta a variação volumétrica do material em função do tempo. Bovis, Harrington e Wilson (1971) empregaram esse tipo de aparelho para averiguação dessa

propriedade em materiais restauradores. Já, Degee; Wu; Wesselink (1994) utilizaram o mesmo método para a determinação do tempo de presa de um cimento resinoso (AH 26) e de outro à base de ionômero de vidro (Ketac-Endo). É um método mais rápido e não tão subjetivo como os sugeridos pela ADA e ISO, pois, não há necessidade do pesquisador ficar verificando se o material tomou presa ou não, entretanto, requer o uso de equipamento especial, além do que, não é o sugerido pelas normas para cimentos obturadores endodônticos.

O método mais freqüentemente utilizado para se determinar o tempo de presa em odontologia é pela utilização de agulhas de Gilmore, colocadas sobre a superfície do cimento. Considera-se que um material tenha tomado presa quando essas agulhas, ao exercer apenas o seu próprio peso, não deixem marcas sobre a superfície do mesmo. (GROSSMAN, 1976).

Para a realização deste trabalho, seguiu-se as orientações especificadas pela norma nº 57 da ANSI/ADA onde o cimento foi colocado em anéis metálicos de 10mm de diâmetro e 2mm de altura. Foram confeccionados três corpos de prova para cada momento de coleta das pastas das bisnagas. Alguns estudos utilizaram, também, a quantidade de três espécimes. (MORAES, 1984; DUARTE, 1999). Outros, porém, realizaram estudos com cinco espécimes para o tempo de presa (ASGARY et al, 2008, VERSIANI et al, 2006). Existem autores que utilizaram seis, porém, com anéis de dimensões de 10x5mm. (CAICEDO, FRAUNHOFER, 1988). O tempo de presa foi constatado com o auxílio das agulhas de Gilmore. Essa metodologia é recomendada tanto pela ISO como pela ANSI/ADA. Apesar dessa normativa, para materiais seladores endodônticos, citar apenas a utilização de uma agulha de Gilmore de 100(±5) g com uma ponta achatada de 2,0(±0,1)mm de diâmetro (TORABINEJAD et al.1995; McMICHEN et al., 2003; NIELSEN et al., 2006), outros tipos de agulhas, com dimensões e pesos diferentes, também são descritas na literatura. McComb e Smith (1976) empregaram uma agulha com peso de 300g e ponta de 1mm de diâmetro, para determinação do tempo de presa de cimentos endodônticos. Moraes (1984) e Duarte (1999), em suas teses de doutorado, quando determinaram o tempo de presa de cimentos obturadores endodônticos, com resina epóxica na composição, utilizaram unicamente a agulha de 456,5 gramas e diâmetro da ponta com 1,06mm. A utilização de agulhas mais pesadas acarretam em determinações do tempo de presa final mais preciso. (DUARTE, 1999). Apesar da normatização dos estudos pela ANSI/ADA e ISO,

variações das mesmas existem, logo, neste estudo optou-se pelo emprego das duas agulhas onde foram avaliados os tempos de presa inicial (113,5g) e final (456,3g) das amostras do cimento AH Plus®.

De acordo com o projeto piloto realizado, a quantidade de cimento necessária para preencher cada anel utilizado para esse teste, foi de 2cm do material de cada bisnaga. Um papel graduado em 1x1cm foi colado sob a placa de vidro tornando possível a padronização da quantidade de cimento, retirado das bisnagas a ser espatulado. Para se obter amostras do material armazenado na metade das bisnagas foi descartada uma quantidade de 1cm de cada pasta diariamente, durante doze dias. Esse procedimento teve por objetivo, simular, mesmo que parcialmente, uma condição clínica: a de se utilizar quantidades diárias de cimento. Esse descarte diário da pasta permitiu, no 12º dia, atingir o material armazenado na metade da bisnaga. Esse processo foi repetido também para atingir-se o material na porção final da bisnaga.

Outra propriedade físico-química testada foi o escoamento, que vem possibilitar a adaptação do cimento nas irregularidades das paredes dos canais radiculares e sua capacidade de penetração nos locais inacessíveis aos instrumentos durante o preparo biomecânico. Em períodos anteriores às normas da ANSI/ADA e ISO, vários métodos foram propostos e utilizados para o estudo desta propriedade dos cimentos obturadores endodônticos. Métodos como o que Weisman (1970) realizou utilizando pipetas com aproximadamente 33,6 mm de altura e 0,19mm de diâmetro com um volume de 0,001mL, simulando um canal constrito. Uma das pontas das pipetas era conectada a um aparelho idealizado pelo autor que produzia um vácuo e a outra colocada em contato com o cimento. Media-se, então, quanto de cimento havia penetrado na pipeta por segundo, que era considerado o valor do escoamento. Esse método, apesar de procurar simular condições clínicas, apresenta a desvantagem de requerer equipamentos especiais, às vezes difíceis de serem encontrados, assim como difícil de ser executado. Outra metodologia foi apresentada por Grossman (1976) que propôs um método onde colocava três gotas dos cimentos sobre uma placa de vidro e, então, posicionava a mesma verticalmente. Passado o período de 24 horas media a extensão do escoamento, em centímetros. Sampaio e Sato (1984) Birman et al. (1990) também utilizaram essa metodologia, realizando pequenas variações. Ono e Matsumoto (1998) utilizaram a metodologia descrita por Grossman, mas com leituras em tempos diferentes e,

também, realizaram testes seguindo a norma proposta pela ISO - 6846(1986). McComb e Smith (1976) e Moraes (1984) se valeram da norma nº8 da ANSI/ADA para cimento de fosfato de zinco ; Savioli, Silva e Pécora (1994), Brandão (1999) e Almeida et al.(2007) utilizaram a metodologia descrita pela norma nº 57 da ANSI/ADA onde, a quantidade de 0,5mL de cimento, medido com o auxílio de uma seringa hipodérmica, é colocada sobre uma placa de vidro, com tamanho de, pelo menos, 40x40mm e espessura de 5mm, e sobre esse cimento, coloca-se outra placa de vidro e um peso que associado ao da placa totaliza 120g. Já, Zytkevitz et al. (1985) utilizaram metodologia semelhante, mas, além do peso de 120g, proposto pela norma, também utilizaram o de 520g. No entanto, Benati, Stolf e Ruhnke (1978), Siqueira et al. (1995) e Siqueira et al (2000) utilizaram apenas um peso de 520g para estabelecer os valores de escoamento, o que pode ser considerado desnecessário, além de fugir da padronização especificada pelas normas. Neste estudo, empregou-se a metodologia proposta pela ANSI/ADA, porém, utilizando placas de vidro com dimensões de 70X70mm ao invés das dimensões mínimas especificadas pela ANSI/ADA (40X40mm). A opção por placas com dimensões maiores que a proposta pela norma, foi pertinente neste estudo, pois, devido a não uniformidade da consistência do material espatulado no início, meio e final das bisnagas, os valores de escoamento obtidos, muitas vezes, ultrapassaram as dimensões das placas preconizadas pela referida norma. Pode-se acrescentar, ainda que a dimensão da placa não apresenta qualquer interferência no teste de escoamento, desde que respeitado o peso de 120g.

Para a medição das dimensões dos círculos de cimento durante o teste de escoamento, Zytkevitz, Lima e Sobrinho (1985) utilizaram paquímetro. Entretanto, neste estudo optamos por uma régua graduada em milímetros, de alumínio, devido ao seu peso ser diminuto, não havendo risco de executar nenhuma pressão sobre a placa de vidro durante medição, evitando-se com isso, uma possível alteração dos valores do escoamento.

A solubilidade também foi avaliada. Para o estudo desta propriedade físico-química também existem normatizações que procuram padronizar os estudos laboratoriais. As normas, nº 57 da ANSI/ADA e a nº 6876 da ISO versam sobre essa propriedade, sem contudo, apresentarem diferenças entre si. Tal fato faz com que a grande maioria dos trabalhos realizados com cimentos apresente uma similaridade no seu desenvolvimento.

Para a realização do teste de solubilidade, Pecora (2001), Versiani et al. (2006), Estrela (2005), Resende et al. (2009) citaram, que, de acordo com a norma nº 57 da ANSI/ADA, os anéis preenchidos com o cimento, devam permanecer no interior da câmara úmida, o período correspondente a três vezes o tempo de presa do cimento, o que é uma incoerência pois, a norma cita no seu item 5.9.2.1, referente à preparação dos espécimes para a solubilidade, que o período necessário para mantê-los em cabine a $37(\pm 1)^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $95(\pm 5)\%$ seja o valor do tempo de presa do material mais 50% do mesmo, o que daria uma vez e meia e não três vezes, havendo, portanto, um ilogismo na citação dos referidos autores. Em nosso estudo procuramos seguir especificamente a citação da norma.

Quanto à forma de avaliação do material solubilizado, a norma nº 57 da ANSI/ADA especifica no item 5.9.3 que os procedimentos para a obtenção dos valores da solubilidade são obtidos pela diferença de peso do frasco original e sua massa final com a quantidade de massa removida dos espécimes após o período de 24h de imersão na água destilada (FRIDLAND; ROSADO, 2003). O espécime após a lavagem, é desprezado. Pecora (2001), Versiani et al. (2006), Vasconcelos (2006) e Resende (2009) utilizaram a diferença de peso do próprio espécime antes e após o período de imersão de sete dias. Fica difícil avaliar essa diferença, pois os espécimes não são colocados em um desumidificador para sua pesagem inicial, antes de sua colocação nos frascos com água destilada. Vale salientar que os materiais ficam mantidos em ambiente com umidade relativa de $95(\pm 5)\%$, antes da imersão, o que pode acarretar em ganho de peso pelos mesmos (ÖRSTAVIK, 1983; DONNELLY et al., 2007) e, após o período de sete dias em imersão na água, os espécimes passam por um desumidificador para a remoção desta umidade por um período de 24h. O processo de secagem dos materiais para estabilizar o peso dos espécimes pode levar à evaporação de alguns componentes voláteis dos materiais (ÖRSTAVIK, 1983). Na realidade, fica a dúvida se tal fato ocorreria para todos os materiais

Para o estudo da solubilidade foram confeccionados corpos de prova utilizando como matriz, discos de Teflon[®], um polímero de Politetrafluoretileno (PTFE), com 20mm de diâmetro e 1,5mm de altura (ÖRSTAVIK, 1983; ESTRELA, 2001; VERSANI et al., 2006; CARVALHO-JUNIOR et al., 2007). Outros autores utilizaram corpos de prova com a mesma dimensão, porém, com matrizes metálicas ao invés de Teflon[®]. (SCHÄFER; ZANDBGLARI, 2003). Indiferentemente de serem

anéis metálicos ou de Teflon[®] a opção pelo segundo, fundamentou-se principalmente na facilidade de se remover o corpo de prova do interior do disco, para sua posterior imersão na água. McMichen et al. (2003) utilizaram anéis de cobre com 5mm de diâmetro e 3mm de altura para confeccionar seus corpos de prova. Já Fraunhofer e Branstetter (1982) e Donnelly et al. (2007) utilizaram anéis de Teflon[®], mas com dimensões de 10x5mm e de 6x0,5mm, respectivamente. Ono e Matsumoto (1998) utilizaram o volume de 0,5mL do cimento, comprimido entre duas placas de vidro até seu endurecimento em temperatura de 37°C e 75% de umidade. Após o endurecimento imergiram os corpos de prova em água e verificaram a alteração no peso dos mesmos. Essa é uma metodologia que não padroniza o tamanho do disco formado pelo cimento assim como os autores não mencionam se os espécimes foram secos ou não após a imersão em água, para posterior pesagem. Quanto ao tamanho e forma do corpo de prova, é importante ressaltar que a solubilidade é uma propriedade diretamente relacionada à dissociação dos constituintes do material e a conseqüente dissolução dos mesmos no líquido em que se encontra submerso. Deste modo, quanto maior a área de contato, maior será a possibilidade de dissolução acarretando em uma maior solubilidade. Contrapondo-se a este raciocínio, a quantificação desta solubilidade será realizada em função da diferença da massa do corpo de prova antes e após o período de imersão, independente do tamanho do espécime. Portanto, é importante ressaltar o cuidado quando da comparação de resultados de estudos que utilizaram corpos de prova de dimensões diferentes. (VASCONCELOS, 2006).

Apesar de a água destilada propiciar uma base para os estudos de solubilidade, existe, também, a variação do meio em que os espécimes são submersos. Örstavik (1983) afirmou a necessidade da utilização de um outro meio, na tentativa de mimetizar os fluidos tissulares, mas pediu cautela ao afirmar a arbitrariedade com que é feita a escolha das fórmulas desses diferentes meios. As normas especificam água destilada. Schäfer e Zandbglari (2003) realizaram um estudo de solubilidade com o AH Plus[®] e outros cimentos imergindo-os em água destilada e saliva artificial com diferentes pHs. Variaram, também, o período que os espécimes ficaram submersos.

Outra variação encontrada nos relatos da literatura, diz respeito ao período de imersão. As normas, tanto da ANSI/ADA quanto da ISO, determinam um período de imersão de vinte e quatro horas, período utilizado neste estudo.

Entretanto, diversos trabalhos procuram avaliar a solubilidade, também, em longo prazo, acabando por modificar o período de imersão determinado, utilizando períodos mais longos. (McCOMB; SMITH, 1976; VASCONCELOS, 2006; McMICHEN et al. 2003; SCHÄFER; ZANDBGLARI, 2003; VERSIANI et al., 2006). Independente do método utilizado e de possíveis alterações introduzidas quanto às dimensões dos corpos de prova, ao período ou meio de imersão, esse método descrito apresenta uma deficiência ainda não contornada, qual seja; o fato de iniciar-se o teste apenas após a presa final dos materiais. Sabe-se que, principalmente materiais hidrofílicos podem ter algumas de suas características alteradas em função da umidade. Imaginando-se que, durante um tratamento endodôntico, os fluidos teciduais não esperam a presa do material para entrar em contato com ele, acredita-se que os índices de solubilização que ocorrem clinicamente, diferem dos obtidos nas condições laboratoriais.

6.2 DOS RESULTADOS

O cimento AH Plus[®] é comercializado sob a forma de duas pastas, acondicionadas em bisnagas, sendo a pasta A (Base) e a pasta B (Catalisadora). Algumas substâncias são comuns às duas pastas, dentre elas o tungstato de cálcio, o óxido de zircônio e sílica. Além dessas substâncias, a pasta A apresenta, ainda, em sua composição as resinas epóxicas bisfenol A e F e pigmentos de ferro. Pela manutenção da consistência da pasta dentro das bisnagas, ao longo dos períodos de armazenamento e uso, fica a impressão de que há uma boa miscibilidade entre a parte orgânica(resinas) e a inorgânica(demais substâncias). Já, a pasta B, além das substâncias comuns à pasta A, apresenta como seus componentes o Dibenzylidiamine, Aminoadamantane, Tricyclodecane-diamine e óleo de silicone. Esses componentes caracterizam a fase inorgânica da pasta e o tungstato de cálcio, óxido de zircônio e a sílica, a fase inorgânica. Pelas alterações observadas na consistência dessa pasta, mesmo no interior da bisnaga, fazendo com que, em determinados momentos de uso, ela se mostre bastante fluida, principalmente nas partes iniciais das bisnagas e, mais consistente em outros locais, fica a suspeita de que entre os componentes orgânicos e inorgânicos não há uma completa miscibilidade, contribuindo para essa separação (segregação) entre pó e líquido.

Quimicamente as resinas (pasta A) são consideradas como monômeros. Já, a fase orgânica da pasta B, com exceção do óleo de silicone são os ativadores ou, catalisadores da reação química e, a proporção entre estes e o monômero deve ser mantida para que a reação química de polimerização se manifeste plenamente. Portanto, aquela segregação pode levar a uma alteração da relação monômero/ativador, e com isso uma variação nas propriedades físico-químicas, até biológicas, deste material, e, por conseguinte prejudicar sobremaneira os resultados clínicos.

A quase totalidade de estudos de propriedades físico-químicas que envolvem o cimento AH Plus[®] o fazem comparando-o com outros materiais, atribuindo-lhe resultados quase sempre satisfatórios sobre os demais, apesar de existir certa variação nos resultados (DUARTE, 1999; SIQUEIRA et al., 2000; McMICHEN et al., 2003; NIELSEN et al., 2006; ALMEIDA et al., 2007). Essa variação encontrada nos resultados, mesmo em trabalhos que utilizaram a mesma metodologia, jamais foi citada na literatura.

A observação dessa inconstância de resultados, avalizada pela diferença de consistência da pasta B nos diversos locais da bisnaga, levou à suspeita de que a diferença de resultados também poderia ser observada dentro de um mesmo conjunto de bisnagas, se considerado o teste realizado com o material retirado das porções iniciais, das medianas ou das finais das bisnagas. Essa variação na consistência poderia ter influência em muitas outras propriedades físico-químicas e até biológicas. Neste trabalho, foram verificados o tempo de presa, escoamento e solubilidade.

6.2.1 Tempo de Presa

Assim, verifica-se na literatura uma variação muito grande para os valores encontrados para o tempo de presa inicial do cimento AH Plus[®]. quando estudados sob condições de temperatura a 37°C e 100% umidade relativa: 955 minutos (DUARTE, 1999), 500 minutos (McMICHEN et al., 2003; VERSANI et al., 2006), 1440 minutos (NIELSEN et al., 2006). Esses valores são coerentes com os resultados encontrados em nosso estudo nas porções finais das bisnagas. Tal fato nos faz refletir se, para o preparo das amostras do cimento AH Plus[®] por esses

autores, o material segregado foi utilizado ou desprezado durante a espatulação, já que nenhuma menção foi feita a essa característica do cimento.

Durante a retirada do material do interior das bisnagas para a confecção de alguns espécimes, observou-se que o material que saía da bisnaga da pasta B era mais fluido, aparentando que havia ocorrido uma segregação do material no interior da mesma como podemos observar na Figura 3, que apresenta a segunda porção das pastas retiradas da bisnaga do conjunto 2 e Figura 4, que é a terceira porção das pastas retiradas da mesma bisnaga, apresentando uma consistência mais firme da pasta B. Na bula do cimento AH Plus[®] encontra-se a afirmativa: "...em determinadas condições de armazenamento o AH Plus[®] (pasta B) pode apresentar um aspecto algo "desligado" (pouco homogêneo). Foi, no entanto, demonstrado que esse fato não afeta de forma negativa a performance do produto após a mistura..."(AH PLUS, 2005) Pudemos verificar em nosso estudo que essa afirmativa não é totalmente verdadeira, pois, onde houve a maior presença desse "material desligado" ocorreu uma alteração em duas das propriedades avaliadas, neste estudo, como por exemplo aumentando o tempo de presa do material, fazendo com que os resultados apresentassem uma grande variabilidade, inclusive, com um desvio padrão bastante elevado entre os espécimes. A presença desse material desligado não foi observada de forma homogênea ao longo da bisnaga durante a remoção do material, o que nos permite dizer que algumas características desse material ficam dependentes da maneira como e onde ocorre a segregação dos componentes no interior da bisnaga.

Em quase todas as bisnagas da pasta B, durante a retirada da pasta,, observou-se que o material existente no início das bisnagas apresentava-se mais fluido, do que o existente no final das mesmas. Isso fez com que após a espatulação do cimento, o mesmo não se mantivesse aderido à espátula pelo tempo de 10 segundos ou, não se conseguia uma aderência entre a espátula e a placa de vidro, para a formação de um fio por uma altura de, pelo menos, 2cm, característica que é desejável e que possibilita avaliar a consistência para o uso clínico de um cimento endodôntico. (BENATTI; STOLF; RUHNKE, 1978; ESTRELA, 2005).

Os valores médios encontrados para o tempo de presa inicial foram de 38h e 23 min para o início da bisnaga, 20h e 52min para a porção média e 12h e 18 min para a porção final da bisnaga, em ambiente úmido. O fabricante estipula na bula, um tempo mínimo de 8 h, a 37°C. Portanto, o tempo de presa encontrado

nesse trabalho foi bem maior que o valor mínimo apresentado pelo fabricante. Apenas com a porção de cimento retirada do final da bisnaga é que foi encontrado um tempo de presa inicial próximo ao estipulado pelo fabricante, todavia com uma diferença de 50% para mais. A interpretação dessa grande variabilidade entre os tempos de presa do cimento, oferecidos pelas porções provenientes do início, meio e final das bisnagas, fica prejudicada por, pelo menos, dois fatores. O primeiro seria pelo desconhecimento da substância (líquido) que foi segregada, isto é, se foi o óleo de silicone apenas, se foram os ativadores (catalisadores) de polimerização, se foi um pouco de cada um dos componentes líquidos ou, ainda, se a quantidade de óleo de silicone foi maior, por exemplo, do que a dos ativadores. Em se considerando os resultados relativos aos momentos da coleta das pastas do interior das bisnagas (início, meio e final) esta última dedução parece ser a mais coerente, pois, já que o tempo de presa do cimento do final das bisnagas, foi menor. Isto pode ser um indício de que a quantidade de ativadores presente na pasta era menor do que nas porções inicial e intermediária. Não se pode descartar, ainda, que uma maior quantidade de óleo de silicone poderia “diluir” os ativadores, tornando a quantidade dos mesmos, proporcionalmente, menor, em relação aos monômeros (resinas), fazendo com que a reação se tornasse mais lenta. O segundo fator, talvez, estaria mais relacionado com a consistência do cimento, considerando o momento da coleta das pastas, existindo, possivelmente, a possibilidade de haver uma maior quantidade de óleo de silicone nas porções iniciais das amostras, fazendo com que a massa se tornasse mais amolecida, e quando tocada com a agulha de Gilmore permitisse a marcação na superfície do cimento por um tempo bastante longo.

Em seu estudo Grossman (1976) afirmou que um tempo de presa ideal ainda não foi determinado, mas declarou que esse tempo deve ser suficiente, para o cirurgião dentista, realizar a obturação dos canais de um dente molar, com tranquilidade. Por outro lado, esse tempo de presa não deve ser muito longo, pois, o contato com os tecidos periapicais pode provocar uma irritação nessa região antes da presa do material. Grossman (1976) considera que um dos problemas relacionados com o longo tempo de presa é a possibilidade de liberação de toxinas durante este tempo, provocando assim um processo inflamatório nos tecidos periapicais adjacentes. Não se deve esquecer que esses conceitos foram emitidos em relação ao cimento à base de óxido de zinco e eugenol, irritante. Cimentos que

contêm hidróxido de cálcio e que não sofram desintegração inicial, talvez, pudessem apresentar um tempo de presa mais dilatado.

Örstavik (1983) relatou que, no senso comum, é dada uma baixa relevância ao tempo de presa, mas, que tal fato deve ser levado muito em consideração. Quando preparos para pinos intra canais são realizados, e, caso o cimento não tenha tomado presa, ainda, ao ser exposto ao meio bucal aumenta a possibilidade de um insucesso endodôntico já que, normalmente esses preparos são realizados sem isolamento absoluto do campo operatório. (SAUNDERS; SAUNDERS, 1994; KOPPER et al., 2003).

O parágrafo da norma nº 57 da ANSI/ADA, que se refere ao tempo de presa diz que os resultados devem estar dentro de uma variação de até 10% da estabelecida pelo fabricante. Nossos resultados apresentaram-se bastante discrepantes dentro do mesmo produto, e o que é pior, dentro de um mesmo grupo, principalmente quando considerados os grupos I e M (Tabelas 1 e 2). Apesar da variação ter sido maior que 10%, os resultados não foram excluídos, pois, tal variação foi observada para todos os testes e todos os conjuntos. A análise estatística demonstrou que os três conjuntos possuem as mesmas características no início meio e final (Tabela 5). Ao se ler a bula do AH Plus® verifica-se que o fabricante não é específico ao citar o tempo de presa do material, citando apenas o tempo mínimo de 8 horas.

Os resultados encontrados na literatura são bastante variados Nielsen (2006) estudando as propriedades físico-químicas de alguns cimentos endodônticos, em meios aeróbicos e anaeróbicos, com umidade relativa de 95(±5)%, encontrou valores do tempo de presa para o AH Plus®, de 24 horas, tanto no meio aeróbico, como no anaeróbico. O autor utilizou dois espécimes de cada material para cada meio e o tempo foi medido com a agulha de Gilmore de 100g, que corresponderia ao tempo de presa inicial do cimento, em nosso estudo. Esses resultados estão de acordo com aqueles encontrados na porção média das bisnagas.

Versiani et al.(2006), num estudo comparativo entre o AH Plus® e o cimento Epiphany™, obtiveram resultados para o tempo de presa do primeiro, em cerca de 8 horas em ambiente com umidade relativa de 95(±5)% a 37(±1)°C. Vale salientar que este tempo de presa foi obtido com a agulha de Gilmore de 100g, o que corresponde ao tempo de presa inicial do nosso trabalho, onde foram obtidos

resultados semelhantes apenas com as porções de cimento retirado do final das bisnagas.

6.2.2 Escoamento

Alguns estudos sobre escoamento do AH Plus[®] têm demonstrado valores muito variáveis seguindo especificações da ANSI/ADA ou ISO, (DUARTE, 1999; SIQUEIRA et al., 2000; VERSIANI et al., 2006; ALMEIDA et al., 2007). Duarte (1999) encontrou resultado de 40,25mm, já Almeida et al. apresentaram o valor de 43mm para o escoamento do AH Plus[®] quando comparado com outros quatro cimentos, já Versiani et al. (2006) encontraram valores médios de 38,57mm para o mesmo cimento quando compararam-no com o Epiphany[™]. Os resultados encontrados neste trabalho estão bem acima do mínimo recomendado pela ANSI/ADA que é de 20mm. Siqueira (2000), obteve valores de escoamento de 46mm utilizando a mesma quantidade de cimento, porém não seguiu as especificações da norma, pois, utilizou um peso cerca de 4,3 vezes maior, deixando-o sobre a placa por 1 minuto apenas, ao passo que a norma especifica volume de cimento de 0,5mL, um peso de 120g e um tempo de 10 minutos.

Örstavik (1983) descreveu a importância de que a proporção pó/líquido dos cimentos seja devidamente especificada pelos fabricantes, para que se tenha uma reprodução clínica aceitável pelos cirurgiões dentistas. Relatou que outras propriedades podem ser alteradas, incluindo a biocompatibilidade. Descreveu ainda a dependência dos valores do escoamento em relação à proporção pó/líquido dos cimentos, onde para alguns materiais, pequenas alterações nesta relação causam uma profunda mudança no diâmetro do disco. Vermilyea, Simon e Huget (1978) também relataram que variações na viscosidade e escoamento dos cimentos estão relacionadas à proporção pó/líquido ou base/catalisador durante a espatulação dos mesmos. Pode-se verificar nas Figuras 5 e 6 que o material segregado estava presente, na porção inicial, principalmente, em todos os conjuntos, independentemente do teste a ser realizado. Quando a quantidade de material mais fluido estava presente os valores de escoamento aumentavam consideravelmente, deixando claro a interferência da segregação na proporção pó/líquido da própria pasta afetada, bem como do cimento pronto, afetando, conseqüentemente, os valores do escoamento.

McComb e Smith (1976) declararam não existir, ainda, um valor ideal para o escoamento dos cimentos endodônticos, mas, estes valores não podem ser excessivos. Cimentos que apresentam valores de escoamento muito elevados fazem com que se tenha um aumento da probabilidade de ocorrer um extravasamento de cimento para o periápice (GROSSMAN, 1976; WEISMAN, 1970). Esse extravasamento de cimento ao periápice, mantendo o cimento em contato com tecidos periapicais, pode levar a um processo inflamatório permanente (ÖRSTAVIK; MJÖR, 1988; NAIR, 2004). Como foi verificado em nosso estudo, os valores de escoamento estão bastante elevados com o material do início da bisnaga, aumentando consideravelmente o risco de extravasamento do cimento para o periápice. Com uma maior possibilidade de extravasamento, aumentam também os riscos de uma inflamação periapical provocada por esse extravasamento, já que o AH Plus® não apresentou características biocompatíveis provocando reações severas em avaliação intraóssea. (SOUZA et al., 2006)

6.2.3 Solubilidade

Pela norma nº 57 da ANSI/ADA a solubilidade de um cimento odontológico é calculada em porcentagem, não podendo exceder a 3% em massa e o corpo de prova não deve apresentar sinais de desintegração. Desta forma, o estudo da solubilidade é de fundamental importância para a caracterização dos materiais utilizados na endodontia.

O cimento AH Plus® é um cimento constituído à base de resina epóxica, e as resinas epóxicas são, praticamente insolúveis, (PEUTZFELDT, 1997). Tal característica, talvez, explique os baixos valores de solubilidade encontrados para cimentos endodônticos à base desse tipo de material (Örstavik, 1983; Santos, 2009, Schäfer; Zandbiglari, 2003; Carvalho-Júnior et al., 2007; Donnelly et al., 2007), corroborando com os encontrados em nosso trabalho.

Para os testes de solubilidade e alteração dimensional, onde os autores propuseram amostras com dimensões menores para a realização destes testes, Carvalho-Júnior et al. (2007) apresentaram valores de solubilidade de 0,06% para o AH Plus®. Os autores aguardaram um período de três vezes o tempo de presa do material para, então, imergir os corpos de prova na água destilada para o teste. Todavia, não especificaram de quanto foi este tempo.

Versiani et al. (2006) realizando um estudo comparativo entre as propriedades físico-químicas do AH Plus[®] e o cimento Epiphany[™] encontraram valores médios de 0,21% para a solubilidade do primeiro.

Ao estudar a solubilidade de alguns cimentos endodônticos em água e saliva artificial Schäefer e Zandbiglari (2003) encontraram valores de 0,11% a 0,19% de solubilidade para o AH Plus[®], independentemente do meio estudado. Donnelly et al. (2007) estudando absorção de água e solubilidade de alguns cimentos resinosos, encontraram valores de solubilidade de 0,16% para o AH Plus. O estudo foi conduzido seguindo a norma nº 57 da ANSI/ADA, mas utilizando discos de Teflon[®] com dimensões de 6x0,5mm como matriz, para a confecção dos corpos de prova, que são discos menores do que os utilizados em nosso estudo. Portanto, também confirmaram os baixos valores de solubilidade desse cimento.

Os baixos valores encontrados em nosso estudo, talvez se deva ao fato de que, o tempo aguardado para a imersão dos espécimes no interior do frasco com água, foi o determinado pela norma que é: o do tempo de presa mais 50%. Como houve uma grande variação desse tempo entre o cimento do início da bisnaga até o do final, decidimos tomar como referência o maior tempo de presa encontrado que foi de 81 h e 08 min dando um período de espera de 121h e 42 min o que equivale a um pouco mais de 5 dias. Esse período, bastante longo, deve ter permitido que o material tenha tomado sua presa completamente, ficando praticamente insolúvel. É importante salientar que esse tempo de espera para que o material tome a presa poderia ser revisto para o teste de solubilidade, pois, o cimento é inserido no canal sem tomar presa, entrando em contato com os fluidos periapicais, portanto, antes de endurecer, sofrendo ação dos fluidos até sua presa final. Seria interessante estudar essa propriedade sem que o cimento tivesse completado sua presa, todavia, para isso, nova metodologia teria que ser criada, contando com a aprovação dos órgãos competentes.

6.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em cada bisnaga (pasta A ou pasta B) do cimento AH Plus[®] está armazenada a quantidade de 4mL de pasta, o que equivaleria a 54 cm, de acordo com o diâmetro do orifício de saída da pasta. Considerando que para a obturação

do(s) canal(is) de um elemento dental utiliza-se, em média, 0,5cm de cada pasta, a quantidade de cimento presente nas duas bisnagas, seria suficiente para a obturação de 108 canais. Todavia, em função da saída de uma maior quantidade de líquido da bisnaga da pasta B (catalisadora), ao final da utilização clínica do cimento percebe-se uma desproporção na quantidade das pastas, sempre sobrando material na bisnaga referente a esta pasta.

Esta observação clínica, bem como, a constatação de resultados conflitantes na literatura, seja em relação ao tempo de presa, escoamento e até à radiopacidade, estimularam a realização desta pesquisa.

Em relação aos tempos de presa e escoamento, a influência da segregação e saída inicial de uma maior quantidade de líquido da pasta B, foi marcante. Isto levaria a supor que as propriedades do cimento estariam prejudicadas quando consideradas as primeiras porções das bisnagas e que, talvez, aquelas obturações realizadas com essas porções de cimento não corresponderem à qualidade clínica ideal. Todavia, a solubilidade, considerando as limitações da metodologia, não foi influenciada quando consideradas as porções iniciais, do meio ou finais das bisnagas. Em relação às propriedades biológicas do cimento, o campo está aberto às pesquisas para definir se a presença de uma maior quantidade de líquido no cimento seria ou não prejudicial.

Como já comentado, existe a incerteza sobre a composição da pasta mais fluida, do início da bisnaga, se aquele líquido seria composto, em sua maior porcentagem, pelo óleo de silicone, com pouca quantidade de ativador (endurecedor), daí o maior tempo de presa ou se a maior quantidade de óleo estaria diluindo o ativador, porém, não impedindo sua ação que se faria em um tempo mais demorado. Por outro lado, considerando os resultados, principalmente em relação aos tempos de presa, pode-se deduzir que o ativador (endurecedor) se manteve na pasta, já que no meio e, principalmente no final da bisnaga, o cimento apresentou os menores tempos de presa.

Como o cimento AH Plus[®] é apresentado na forma de duas pastas e armazenado em bisnagas e, considerando a natureza das substâncias que o compõe, como também, a constatação da segregação de seus componentes, fica o questionamento sobre a forma de armazenamento do mesmo; existindo ainda uma preocupação ainda maior, em relação ao cimento AH Plus[®] armazenado em seringas tipo automix (AH Plus Jet[™]), onde as pastas são misturadas na própria

seringa, apresentando o cimento já pronto para o uso, impossibilitando a observação de uma possível segregação.

Com base nas observações e resultados desta pesquisa fica um alerta aos usuários do cimento AH Plus® sobre a possibilidade de que, com esse cimento, os resultados podem não ser os mesmos, sempre. Já, para o fabricante do cimento, sem qualquer ingerência nas suas decisões, fica a sugestão de se rever o recipiente utilizado para o armazenamento ou, até, procurar se existe alguma incompatibilidade entre as substâncias que o compõe, principalmente, a pasta B.

Imaginamos que alguns cuidados como os indicados melhorarão, ainda mais, a qualidade desse excelente cimento.

7 Conclusões

7 CONCLUSÕES

Considerando a literatura consultada e os resultados obtidos nesta pesquisa, após a discussão dos mesmos, foram feitas as seguintes constatações:

- o cimento AH Plus[®] apresenta resultados controversos em pesquisas que utilizaram a mesma metodologia;
- foram observadas diferentes consistências do cimento, quando se consideraram as coletas das porções iniciais, da metade e finais das bisnagas;
- a diferença de consistência é decorrente da segregação de componentes (pó e líquido) da pasta B (catalisadora);
- as porções iniciais da pasta B apresentam uma grande quantidade de líquido, tornando-a muito fluida;
- essa fluidez aumentada provocou interferências nos valores de tempo de presa e escoamento.

Assim, após essas constatações e, considerando a metodologia utilizada pode-se concluir o seguinte:

- o tempo de presa e o escoamento apresentaram valores mais elevados quando as porções das pastas foram coletadas da parte inicial das bisnagas, com valores decrescentes nas porções coletadas da metade e do final das bisnagas.
- a solubilidade do cimento não sofreu alteração quando consideradas as coletas (inicial, metade e final) das pastas, dos três diferentes locais das bisnagas , sendo praticamente insolúvel em qualquer situação.

Referências

REFERÊNCIAS

AH Plus: Material de selamento de canais radiculares. Konstanz: DENTSPLY, 2005. Bula de remédio.

Alan NA, Walton RE, Schaffer M. Setting times for endodontics sealers under clinical usage and in vitro conditions. *J Endod.* 2001; 27(6):421-423.

Almeida JFA, Gomes BP, Ferraz CC, Souza FJ Filho, Zaia AA. Filling of artificial lateral canals and microleakage and flow of five endodontic sealers. *Int Endod J.* 2007;40(9):692-9.

American Dental Association. Specification 57. Endodontic filling materials, 2000

Benatti O, Stolf WL, Ruhnke LA. Verification of the consistency, setting time and dimensional changes of root canal filling materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1978;46(1):107-13.

Birman EG, Sampaio JM, Magalhães J, Sato E. Estudo de propriedades físicas e biológicas de um cimento endodôntico à base de hidróxido de cálcio. *Rev Odont USP.* 1990; 4 (1):25-30.

Bouillaguet S, Shaw L, Barthelemy J, Krejci I, Wataha JC. Long-term sealing ability of pulp canal sealer, AH Plus, GuttaFlow and Epiphany. *Int Endod J.* 2008; 41(3):219-26.

Bovis SC, Harrington E, Wilson HJ. Setting characteristics of composite filling materials. *Brit Dent J.* 1971; 131(8): 352-6.

Braden M. Rheology of dental composition. *J Dent Res.* 1967; 46(3):620-2.

Brandão CG. Propriedades físico-químicas dos cimentos endodônticos resinosos sealer 26, e dos experimentais, sealer plus e mbp, comparadas às do óxido de zinco e eugenol [dissertação]. Bauru (SP): Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo; 1999.

Branstetter J, von Fraunhofer JA. The physical properties and sealing action of endodontic sealer cements: a review of the literature. *J Endod.* 1982; 8(7):312-6.

Caicedo R, von Fraunhofer JA. The properties of sealer cements. *J Endod.* 1988;14(11):527-33.

Carvalho JR Júnior, Correr L Sobrinho, Correr AB, Sinhoreti MA, Consani S, Sousa Neto MD. Solubility and dimensional change after setting of root canal sealers: a proposal for smaller dimensions of test samples. *J Endod.* 2007; 33(9):1110-6.

Cohen S, Burns RC Caminhos da polpa. 6.ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1994

Craig RG. Restorative dental materials. 9th ed. St. Louis: Mosby; c1993.

- Curson I, Kirk EE. An assessment of root canal-sealing cements. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1968;26(2):229-36.
- De Deus QD. *Endodontia*. 5.ed. Rio de Janeiro, MEDSI, 1992
- De Deus QD. Frequency, location, and direction of the lateral, secondary, and accessory canals. *J Endod*. 1975;1(11):361-6.
- De Deus G, Gurgel Filho ED, Ferreira CM, Coutinho Filho T. Penetração intratubular de cimentos endodônticos . *Pesq Odontol Bras*. 2002;16(4):332-336.
- Degree, AJ, Wu MK, Wesselink PR. Sealing properties of Ketac-Endo glass ionomer cement and AH26 root canal sealers. *Int Endod J*. 1994; 27(5): 239-44.
- Deonízio MDA, Gabardo MCL, Silva WJ, Tsuda LM, Rached RN, Silva UX Neto. Avaliação das propriedades físico-químicas de cimentos obturadores de canais radiculares. *Rev Bras Odontol*. 2003;6(5): 353-6.
- Duarte MA, Demarchi ACO, Moraes IG. Determination of pH and calcium ion release provided by pure and calcium hydroxide-containing AHPlus. *Int Endod J*. 2004;37(1):42-5.
- Duarte MAH. Avaliação de algumas propriedades físico-químicas do cimento AH Plus puro e acrescido de hidróxido de cálcio [tese]. Bauru (SP): Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo; 1999.
- Eriksen HM, Örstavik D, Kerekes K. Healing of apical perodontitis after endodontic treatment sing three different root canal sealers. *Endod Dent Traumatol*. 1988;4(3):114-7.
- Estrela C. *Metodologia científica: ciência, ensino, pesquisa*. 2nd ed. São Paulo: Artes Médicas; 2005.
- Fidel RAS, Fidel SR, Spanó JCE, Barbin EL, Pécora JD. Tempo de endurecimento de alguns cimentos endodônticos que contém hidróxido de cálcio. *ROBRAC*. 1995; 5(16): 15-17.
- Fidel RAS, Spanó JCE, Barbin EL, Silva RG, Pécora JD. Estudo *in vitro* sobre a solubilidade e a desintegração de alguns cimentos endodônticos que contém hidróxido de cálcio. *Rev Odontol Univ São Paulo*. 1994;8(3):217-20.
- Fischer AM, Berzins DW, Bahcall JK. An in vitro comparison of bond strength of various obturation materials to root canal dentin using a push-out test design. *J Endod*. 2007;33(7):856-8
- Fisher WS. Some additional factors to be considered in determining the ideal type of root-filling material, with practical results. *Dental Cosmos*. 1927;69(12):1252-9.
- Grossman LI. An improved root canal cement. *J Am Dent Assoc*. 1958;56(3):381-5.

- Grossman LI. Physical properties of root canal cements. *J Endod*. 1976;2(6):166-75.
- Ingle JI. Root canal obturation. *J Amer Dent Ass*. 1956;53(1):47-55.
- Ingle JI, Bakland LK. *Endodontics*. 4th ed. Malvern: Williams & Wilkins; 1994
- International Standard Organization. ISO/DIS 6876. Dental root canal sealing materials, 1986.
- Kopper PM, Figueiredo JA, Della Bona A, Vanni JR, Bier CA, Bopp S. Comparative in vivo analysis of the sealing ability of three endodontic sealers in post-prepared root canals. *Int Endod J*. 2003;36(12):857-63.
- Lacey S, Pitt Ford TR, Yuan XF, Sherriff M, Watson T. The effect of temperature on viscosity of root canal sealers. *Int Endod J*. 2006;39(11):860-6.
- Leonardo MR, Leal JM. *Endodontia: tratamento de canais radiculares*. 3rd ed. São Paulo: Editora Panamericana, 1998.
- Mazinis E, Eliades G, Lambrianides T. An FTIR study of the setting reaction of various endodontic sealers. *J Endod*. 2007;33(5):616-20.
- McComb D, Smith DC. Comparison of physical properties of polycarboxylate-based and conventional root canal sealers. *J Endod*. 1976;2(8):228-35.
- McMichen FR, Pearson G, Rahbaran S, Gulabivala K. A comparative study of selected physical properties of five root-canal sealers. *Int Endod J*. 2003;36(9):629-35.
- Moraes IG, Berbert A. Causa do escurecimento do cimento AH26. *Estomatol Cult*. 1985;15(3):7-9.
- Moraes IG. *Propriedades físicas de cimentos epóxicos experimentais para obturação de canais radiculares, baseados no AH 26 [tese]*. Bauru (SP): Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo; 1984.
- Nair PNR. Pathogenesis of apical periodontitis and the causes of endodontic failures. *Crit Rev Oral Biol Med*. 2004;15:348-81.
- Negm MM, Lilley JD, Combe EC. A study of the viscosity and working time of resin-based root canal sealers. *J Endod*. 1985;11(10):442-5.
- Ono K, Matsumoto K. Physical properties of CH61, a newly developed root canal sealer. *J Endod*. 1998;24(4):244-7.
- Örstavik D. Endodontic materials. *Adv Dent Res*. 1988;2(1):12-24.
- Örstavik D. Physical properties of root canal sealers: measurement of flow, working time, and compressive strenght. *Int Endod J*. 1983;16(3):99-107.

Örstavik D, Kerekes K, Eriksen HM. Clinical performance of three endodontic sealers. *Endod Dent Traumatol*. 1983;3(4):178-86.

Örstavik D, Mjör IA. Histopathology and x-ray microanalysis of the subcutaneous tissue response to endodontic sealers. *J Endod*. 1988;14(1):13-23.

Örstavik D, Nordahl I, Tibballs JE. Dimensional change following setting of root canal sealer materials. *Dent Mater*. 2001;17(6):512-9.

Örstavik D. Weight loss of endodontic sealers, cements and pastes in water. *Scand J Dent Res*. 1983;91(4):316-9.

Peutzfeldt, A. Resins composites in dentistry: the monomer systems. *Eur J Oral Sci*. 1997;105(2):97-116.

Ray H; Seltzer S. A new glass ionomer root canal sealer. *J Endod*. 1991;17(12):598-603.

Resende LM, Rached-Júnior FJA, Versiani MA, Souza-Gabriel AE, Miranda CES, Silva-Souza YTC, Sousa Neto MD. A comparative study of physicochemical properties of AH Plus, Epiphany, and Epiphany SE root canal sealers. *Int Endod J*. 2009 Jun 22. Epub ahead of print.

Sampaio JMP, Sato EFL. Avaliação da fluidez de vários materiais obturadores de canais radiculares. *Rev Inst Odontol Paul*. 1984;2(1):1-5.

Santos AD. Estudo de propriedades físico-químicas de um novo cimento obturador endodôntico [tese]. Ilha Solteira(SP): Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"; 2009.

Saunders WP, Saunders EM. Coronal leakage as a cause of failure in root canal therapy: a review. *Endod Dent Traumatol*. 1994;10(3):105-8.

Savioli RN, Silva RG, Pécora JD. Influência de cada componente do cimento de Grossman sobre as propriedades físicas de escoamento. Tempo de endurecimento e espessura do filme. *Rev Paul Odontol*. 1994;16(3):14-6.

Schäfer E, Zandbiglari T. Solubility of root-canal sealers in water and artificial saliva. *Int Endod J*. 2003;36(10):660-9.

Siqueira FJ Jr, Fraga RC, Garcia PF. Evaluation of sealing ability, pH and flow rate of three calcium hydroxide-based sealers. *Endod Dent Traumatol*. 1995;11(5):225-8.

Siqueira JF Jr, Favieri A, Gahyva SM, Moraes SR, Lima KC, Lopes HP. Antimicrobial activity and flow rate of newer and established root canal sealers. *J Endod*. 2000; 26(5):274-277.

Sousa CJA, Montes CRM, Pascon EA, Loyola AM, Versiani MA. Comparison of the intraosseous biocompatibility of AH Plus, EndoREZ and Epiphany root canal sealers. *J Endod*. 2006; 32(7): 656-662.

Sousa-Neto MD, Rached Junior FA, Gariba-Silva R, Pécora JD, Silva-Souza YTC. Avaliação da adesividade à dentina do cimento AH Plus e Epiphany associados aos cones de Resilon e guta-percha. *ROBRAC*. 2008;17(43):22-31.

Tanomaru-Filho M, Jorge EG, Guerreiro Tanomaru JM, Gonçalves M. Radiopacity evaluation of new root canal filling materials by digitalization of images. *J Endod*. 2007;33(3):249-51.

Torabinejad M, Hong CU, McDonald F, Pitt Ford TR. Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *J Endod*. 1995;21(7):349-53.

Vasconcelos BC. Avaliação de algumas propriedades físico-químicas de cimentos retroobturadores à base de agregado trióxido mineral e de um cimento [dissertação]. Bauru (SP): Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo; 2006.

Vermilyea SG, Simon LB, Huget EF. The rheologic properties of endodontic sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1978;46(5):711-6.

Versiani MA, Carvalho JR Júnior, Padilha MI, Lacey S, Pascon EA, Sousa MD Neto. A comparative study of physicochemical properties of AH Plus and Epiphany root canal sealants. *Int Endod J*. 2006;39(6):464-71.

Weisman MI. A study of the flow rate of ten root canal sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1970;29(2):255-61.

Wiener BH, Schilder H. A comparative study of important physical properties of various root canal sealers. I. Evaluation of setting times. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1971;32(5):768-77.

Zytkievitz E., Lima JLMA, Bley J Sobrinho. Tempo de presa e escoamento de alguns cimentos obturadores de canais radiculares. *Odontol Mod*. 1985;12(10):32-41.

Apêndices

APÊNDICES

APÊNDICE A- Identificação das bisnagas do conjunto

Conjunto	Teste	Numeração Pasta A	Numeração Pasta B	Mês/ano vencimento
1	tempo de presa	0803001776	0804000027	03/2010
	solubilidade	0803001774	0804000025	03/2010
	escoamento	0803001774	0804000025	03/2010

APÊNDICE B- Identificação das bisnagas do conjunto 2

Conjunto	Teste	Numeração Pasta A	Numeração Pasta B	Mês /ano vencimento
2	tempo de presa	0809001928	0809001927	03/2010
	solubilidade	0807003526	0807002647.	03/2010
	escoamento	0809001928	0809001927	03/2010

APÊNDICE C- Identificação das bisnagas do conjunto 3

Conjunto	Teste	Numeração Pasta A	Numeração Pasta B	Mês/ano vencimento
3	tempo de presa	0804003473	0804003181	04/2010
	solubilidade	0807003526	0807002647	07/2010
	escoamento	0807003526	0807002647	07/2010