

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
CENTRO BIOMÉDICO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA**

ROSILÉA DASSIÉ PANSINI GRANEIRO

**AVALIAÇÃO DE ALGUMAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS
DE CIMENTOS ENDODÔNTICOS NACIONAIS À BASE DE ÓXIDO
DE ZINCO E EUGENOL**

**Rio de Janeiro
2005**

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
CENTRO BIOMÉDICO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA**

ROSILÉA DASSIÉ PANSINI GRANEIRO

**AVALIAÇÃO DE ALGUMAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS
DE CIMENTOS ENDODÔNTICOS NACIONAIS À BASE DE ÓXIDO
DE ZINCO E EUGENOL**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro como um dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Endodontia.

Orientador: Prof. Dr. Rivail Antonio Sergio Fidel.

**Rio de Janeiro
2005**

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ/REDE SIRIUS/CBB

- G756 Graneiro, Rosiléa Dassié Pansini.
Avaliação de algumas propriedades físico-químicas de cimentos endodônticos nacionais à base de óxido de zinco e eugenol / Rosiléa Dassié Pansini Graneiro. – 2005.
185 f.
- Orientador: Rivail Antonio Sergio Fidel.
Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Odontologia.
1. Endodontia. 2. Cimento de óxido de zinco e eugenol. 3. Materiais restauradores do canal radicular. 4. Propriedades físicas e químicas. I. Fidel, Rivail Antonio Sergio. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Faculdade de Odontologia. III. Título.

CDU
616.314

FOLHA DE APROVAÇÃO

ROSILÉA DASSIÉ PANSINI GRANEIRO

**AVALIAÇÃO DE ALGUMAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS
DE CIMENTOS ENDODÔNTICOS NACIONAIS À BASE DE ÓXIDO
DE ZINCO E EUGENOL**

Rio de Janeiro, 13 de dezembro de 2005.

Professor Doutor: _____
Sandra Rivera Fidel

Professor Doutor: _____
Teresa Cristina Ávila Berlinck

Professor Doutor: _____
Antonio José Ribeiro de Castro

DEDICATÓRIA

DEDICATÓRIA

Ao meu pai Darly e à minha mãe Inah,
os melhores pais do mundo,
exemplos de trabalho e honestidade.

Obrigada por tudo, mas sobretudo pela luta sem limites por minha educação.

Mestres na vida,
hoje vocês recebem comigo mais um certificado.

À minha irmã Lígia e ao meu cunhado Marko,
pelo amor e carinho,
o convívio tão feliz,
e a presença de sempre.

*O laço que une a sua família verdadeira não é de sangue,
mas de respeito e alegria pela vida um do outro.*

Richard Bach.

DEDICATÓRIA

Ao meu grande amor,

imenso amor,

Renato.

Pelo amor, carinho, companherismo,

dedicação e estímulo constantes.

Se você não existisse, eu teria que te inventar.

*De tudo, ao meu amor serei atento
Antes, e com tal zelo, e sempre, e tanto
Que mesmo em face do maior encanto
Dele se encante mais meu pensamento.*

*Quero vivê-lo em cada vão momento
E em seu louvor hei de espalhar meu canto
E rir meu riso e derramar meu pranto
Ao seu pesar ou seu contentamento.*

*E assim, quando mais tarde me procure
Quem sabe a morte, angústia de quem vive
Quem sabe a solidão, fim de quem ama*

*Eu possa dizer do meu amor (que tive):
Que não seja imortal, posto que é chama
Mas que seja infinito enquanto dure.*

Vinicius de Moraes.

AGRADECIMENTOS

AGRADECIMENTOS

Em especial, ao Professor Doutor Rivail Antonio Sergio Fidel,
meu orientador neste trabalho e meu mestre desde a graduação.

Meus sinceros agradecimentos
por abrir as portas do Laboratório de Endodontia para realizar meus trabalhos científicos,
permitindo-me voltar ao meio acadêmico e assim realizar o sonho de me tornar uma mestra.

Obrigada pelo carinho de sempre.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela vida assim como Ele me concedeu. *“Aumentai a cada dia a minha fé em ti.”*

À Professora Doutora Sandra Rivera Fidel, pela acolhida tão calorosa, pelo carinho, amizade, orientação e incentivo.

À companheira de mestrado e amiga Maria Regina Japiassú Santiago, pelos momentos únicos compartilhados nesta trajetória.

Ao “Clube do Bolinha”, meus colegas de mestrado e amigos, Carlos Eduardo da Costa Duarte, Flávio Diblasi, Marco André de Berrêdo Pinho e Pablo Hugo de Oliveira Sotelo, pelo maravilhoso convívio na alegria e na tristeza.

Aos meus sogros Dilma e Orlando Graneiro, pelo carinho, suporte familiar e incentivo profissional. Tenho vocês como meus segundos pais.

Ao meu primo e fisioterapeuta Marcus Vinícius Dassié Domingues, pelos bons papos, inclusive acadêmicos, durante as sessões de terapia.

À minha secretária Rosana Figueiredo Silva, pela amizade e bom humor nos momentos difíceis.

Aos meus grandes amigos de infância Maria Helena e Maurício Rocha, Claudia e Gustavo Gavina da Cruz, Isabela e André Rizzo, por tudo de bom que sempre advém da nossa amizade eterna. Em especial a Claudinha pela revisão do Abstract.

À minha grande amiga Professora Doutora Adília Maria Vieira Bruno, por nossa amizade tão legal e coisas em comum. Pelo estímulo e também pela oportunidade de exercer a docência.

À amiga Professora Doutora Luciana Sassone, pela amizade e entusiasmo na busca do conhecimento.

À minha querida Professora Maria Nazareth Azevedo Gusmão, pelo amor e carinho, por todo o incentivo e inspiração.

Ao amigo Senhor Waldyr Pires Rosa, pelo carinho e ensinamentos de vida.

À amiga Ariadne Letra, pela amizade sincera e pelo carinho de sempre.

Ao meu amigo Eduardo Diogo Gurgel Filho, pela amizade, entusiasmo acadêmico e incentivo que sempre me deu para fazer o mestrado.

À amiga Patrícia Martins, pela amizade e excelente experiência docente em comum.

Aos amigos da turma de mestrado 2000/2001 Romero Brandão e Tânia Maria Andrade da Rocha Saba, pela amizade e recepção tão calorosa. Em especial, a Maria Isabel Senne por toda a orientação e ajuda no início deste trabalho.

Aos amigos da turma de mestrado 2002/2003 Luciane Kac Szmajser, Ana Capanema, Vanessa Areas, Vanessa Pandolfi Pessotti e Fernando Sili Vilhena, pela amizade tão carinhosa e por me tratarem como se eu fosse da turma.

Aos Professores Teresa Cristina Ávila Berlink, Paulo Aloísio Egreja, Marco Antônio Alencar de Carvalho e Nelson Lopes Siqueira, pelo carinho e convivência tão agradável.

A todos os Professores da Faculdade de Odontologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, pelos conhecimentos transmitidos. Em especial, aos Professores Luis Flávio Martins Moliterno e Hélio Rodrigues Sampaio Filho, pelo constante incentivo à pesquisa.

Aos Professores do Mestrado em Endodontia da Faculdade de Odontologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, pela dedicação e por todos os ensinamentos.

Aos colegas do Doutorado Marcelo Mangelli Decnop Batista, Luis Fernando Fariniuk, Gilberto Leal de Campos, Marcos Kalil, Patrícia de Oliveira Penina, Cinthya Cristina Gomes, Marco Aurélio Rodrigues do Prado e Gustavo Ribeiro Álvares, pelo agradável convívio durante o curso.

A todos os colegas do Mestrado de outras áreas de concentração, em especial Mariana Galvão, Rafael, Maurício, Clarice e Júlio, pela oportunidade de nos conhecermos.

Ao Senhor José Ângelus Furtado de Mendonça, funcionário do Laboratório de Pesquisa em Endodontia, pelo carinho, amizade e dedicação.

Ao técnico do Laboratório de Pesquisa em Endodontia Marcelo de Assis Corrêa, pelo convívio amigo.

Aos funcionários da secretaria do Mestrado Antônio Dias da Silva, Tatiana Garcia de Assumpção, Denise Monteiro e José Carlos Medeiros, fundamentais para o funcionamento do curso, pela atenção e disponibilidade que sempre nos proporcionaram.

À funcionária da secretaria de especialização Denise Pinheiro Muniz da Cruz pelo apoio e carinho de sempre.

A todos os funcionários que mantêm o funcionamento do pavilhão de Pesquisas, em especial D. Ritinha, Cátia, João e Renato, pela atenção tão carinhosa.

À amiga Maria Cecília Gonçalves Carvalho pelo interesse em me ajudar nas correções de português.

Ao Professor Licínio Esmeraldo da Silva pelo trabalho de análise estatística.

Às empresas fabricantes Dentsply, S.S.White, Bionâmica, nas figuras de seus representantes sempre tão profissionais, e à Konne, em especial ao cirurgião-dentista responsável Senhor F. C. Pimenta da Cunha, pela cessão dos cimentos endodônticos utilizados neste trabalho.

A todos os que de alguma forma influenciaram o meu aprimoramento pessoal e profissional, e contribuíram neste trabalho, o meu muito obrigada.

Existem apenas duas maneiras de ver a vida.

Uma é pensar que não existem milagres

E a outra é que tudo é um milagre.

Albert Einstein.

RESUMO

RESUMO

O sucesso do tratamento endodôntico depende do completo debridamento do sistema de canais radiculares, da eliminação dos organismos patogênicos e finalmente da completa obturação do canal. O material obturador deve ocupar todo o espaço outrora ocupado pelo tecido pulpar, promovendo um selamento impermeável adequado nos sentidos apical, lateral e coronário, ou seja, tridimensional. Vários materiais já foram propostos, mas a filosofia predominante atualmente consiste no emprego de um material sólido (a guta-percha) associado a um material plástico (o cimento endodôntico). Embora a guta-percha deva ser em volume o principal constituinte da massa obturadora, os cimentos endodônticos têm demonstrado influenciar o sucesso do tratamento endodôntico. Na busca de um cimento endodôntico ideal, inúmeras pesquisas foram e estão sendo realizadas tanto no que concerne às propriedades físico-químicas, como às propriedades biológicas e microbianas. O presente estudo teve como objetivo avaliar comparativamente a relação pó / líquido, o tempo de espatulação, a relação entre a incorporação do pó e o tempo de espatulação e as propriedades físico-químicas de escoamento, tempo de trabalho, tempo de endurecimento, alteração dimensional após endurecimento e pH dos cimentos endodônticos nacionais à base de óxido de zinco e eugenol Endofill[®], Intrafill[®], Cimento de Rickert[®] (LenzaFarm), Pulp-Fill[®] e Target[®]. Todos os experimentos foram realizados no Laboratório de Pesquisa de Endodontia da Faculdade de Odontologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, de acordo com a especificação número 57 da American Dental Association. Após análise estatística, concluiu-se que, com pequenas discrepâncias, todos os cimentos avaliados preencheram os requisitos preconizados pela especificação seguida. Considerando as propriedades avaliadas, o cimento Target[®] demonstrou o melhor comportamento, seguido de perto pelo Intrafill[®].

Palavras-chaves: endodontia; cimento de óxido de zinco e eugenol; materiais restauradores do canal radicular; propriedades físicas e químicas.

ABSTRACT

ABSTRACT

Evaluation of some psychochemical properties of national zinc oxide and eugenol based root canal sealers

Successful root canal treatment depends on the thorough debridement of the root system, the elimination of pathogenic organisms and, finally, the complete obturation of the canal. The filling material should occupy all the space previously filled by the pulp tissue in order to promote an adequate impermeable sealing in the apical, lateral and coronary directions, that is, tridimensionally. Some materials have already been considered, but the prevailing philosophy consists in the usage of a solid material (gutta-percha) associated with a plastic material (the endodontic sealer). Although gutta-percha must be the main constituent in volume of the sealer mass, root canal sealers have demonstrated to influence the success of the root canal treatment. In search of an ideal endodontic sealer, a great deal of research has been done concerning both the psychochemical properties and the biological and antimicrobial properties of this material. The aim of this study was to evaluate comparatively the powder / liquid ratio, the spatulation time, the relationship between the incorporation of the powder and the spatulation time and the psychochemical properties flow, working time, setting time, dimensional change after setting and pH of national zinc oxide and eugenol based root canal sealers Endofill[®], Intrafill[®], Rickert's Sealer[®] (Lenzafarm), Pulp-Fill[®] and Target[®]. All the experiments have been carried out at the Endodontics Research Laboratory of the Dentistry College at the Rio de Janeiro State University, in accordance with the specification 57 of the Dental American Association. After statistical analysis, it has been concluded that all the evaluated sealers fulfilled the recommendations in the specification with little discrepancy. As to the evaluated properties, the Target[®] sealer demonstrated the best behavior, immediately followed by the Intrafill[®].

Key words: endodontics; zinc-oxide eugenol cement; root canal filling materials; physical and chemical properties.

SUMÁRIO

SUMÁRIO

	PÁGINA
LISTA DE FIGURAS	19
LISTA DE GRÁFICOS	22
LISTA DE TABELAS	24
1. INTRODUÇÃO	26
2. REVISÃO DA LITERATURA	30
3. PROPOSIÇÃO	79
4. MATERIAL E MÉTODOS	81
5. RESULTADOS	107
6. DISCUSSÃO	134
7. CONCLUSÕES	157
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	159
ANEXO	170

INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

O sucesso do tratamento endodôntico depende do completo debridamento do sistema de canais radiculares, da eliminação dos organismos patogênicos e finalmente da completa obturação do canal¹¹⁰. O refinamento de técnicas, a criação de novos instrumentos e o aperfeiçoamento de materiais representam inegável progresso, porém os preceitos básicos que regem a Endodontia permanecem inalterados há muito tempo⁸⁸.

A obturação impermeável do sistema de canais radiculares por meio de materiais biologicamente toleráveis continua sendo a meta do tratamento endodôntico. Obturar um canal radicular significa preenchê-lo em toda a sua extensão com um material inerte ou anti-séptico, obtendo assim um selamento o mais impermeável possível daquele espaço e impedindo a penetração de bactérias do meio bucal para os tecidos periapicais, de modo a estimular o processo de reparo apical e periapical, que deve ocorrer após o tratamento endodôntico radical⁶⁰.

O tratamento endodôntico consta de diversas fases, todas igualmente importantes e inter-relacionadas. Sob o prisma da investigação científica, cumpre ressaltar a importância da interação entre as diversas etapas da terapia endodôntica e o valor de cada uma delas, desde a anamnese do paciente, a seleção do caso, até a completa obturação do sistema de canais radiculares, indo culminar com a integração da função e no controle clínico-radiográfico do resultado a longo prazo.

GOLDBERG⁴⁰ classificou os materiais obturadores dos canais radiculares em dois tipos: os inseridos no canal radicular no estado sólido (cones de guta-percha e cones de prata), e aqueles introduzidos no canal na forma plástica (cimentos e pastas).

Entre os materiais levados no estado plástico constam os cimentos obturadores dos canais radiculares, que podem ser classificados em: cimentos à base de óxido de zinco e eugenol (contendo ou não medicamentos), cimentos resinosos à base de resina epóxica ou polivinílica, cimentos que contêm hidróxido de cálcio e os cimentos à base de ionômero de vidro.

O cimento endodôntico realiza várias funções durante a obturação do sistema de canais radiculares: lubrifica e ajuda o assentamento do cone principal de guta-percha, funciona como agente de união entre a guta-percha e a parede do canal, e preenche os espaços anatômicos que o material obturador principal não alcançou. Os cimentos endodônticos, embora utilizados como materiais coadjuvantes na obturação do sistema de canais radiculares, têm demonstrado influenciar o sucesso do tratamento endodôntico⁶⁵.

O cimento à base de óxido de zinco e eugenol tem sido utilizado na Odontologia desde que SOREL o propôs em 1855⁶⁶. Foi objetivo deste estudo porque segundo vários outros autores^{3,20,87,95} ainda é o mais utilizado na obturação do sistema de canais radiculares.

Pode-se dividir as propriedades dos cimentos obturadores de canais radiculares em: físico-químicas, antimicrobianas e biológicas.

As propriedades físico-químicas dos cimentos obturadores dos canais radiculares foram estudadas por muitos pesquisadores, e aqui ressaltamos os trabalhos de RICKERT⁸³, BUCHBINDER¹⁷, GROSSMAN^{44,45,47,48,49}, WALLACE e HANSEN¹¹⁵, MOLNAR e SKINNER⁶⁶, SKINNER, COOPER e ZIEHM¹⁰², BRAUER, WHITE e MOSHONAS¹⁶, PHILLIPS e LOVE⁷⁹, NORMAN et al.⁶⁹, COLEMAN e KIRK²³, BRAUER¹³, BATCHELOR e WILSON⁸, WIENER e SCHILDER^{117,118}, URICH, MOSER e HEUER¹¹², FRAGOLA et al.³⁷, SAQUY⁸⁷, SAVIOLI^{88,89}, SILVA⁹⁶, FIDEL³¹, SOUSA NETO^{104,105}, VASSILIADIS, SKLAVOUNOS E STAVRIANOS¹¹³, FACHIN, SPERB e KOHLER³⁰, PÉCORA et al.^{76,77,78},

VERARDI¹¹⁴, MENDONÇA et al.⁶², NASSRI et al.⁶⁸, ØRSTAVIK, NORDAHL e TIBBALLS⁷⁴, CAMPS et al.²⁰, LACEY et al.⁵⁷.

Em relação aos estudos das propriedades físico-químicas dos cimentos obturadores dos canais radiculares, deve-se salientar que, em 1984, foi efetivada uma série de normas e testes para a avaliação dos materiais obturadores endodônticos, divulgada no ano anterior pela American Dental Association⁴. Tal fato reveste-se de muita importância, pois a partir de então passaram a existir procedimentos padronizados, com finalidade específica de avaliar as propriedades físicas dos materiais em pauta. Sua mais nova atualização data de abril de 2000⁵.

A especificação número 57 para materiais obturadores do sistema de canais radiculares da American Dental Association⁵ determina, para avaliação das propriedades físicas, os seguintes testes: escoamento, tempo de trabalho, tempo de endurecimento, espessura do filme, alteração dimensional após endurecimento, solubilidade e radiopacidade. Vale salientar que esta norma não prevê nenhum modelo para os testes de adesividade, infiltração e verificação do pH.

Em relação aos materiais cimentantes, a tendência é que estes devam ocupar os túbulos dentinários, unam-se às fases orgânicas e inorgânicas da dentina, destruam ou neutralizem microrganismos e seus subprodutos, induzam a neoformação cementária e fortaleçam o sistema de canais radiculares.

Na verdade, tem-se observado a impossibilidade de um material preencher todas as características ideais e desejáveis para um cimento endodôntico. O que normalmente ocorre é a prevalência de algumas delas em detrimento de outras. Por ainda não existir um material que possua todas essas características, as atividades dos pesquisadores continuam com o objetivo de encontrar o cimento obturador ideal.

REVISÃO DA LITERATURA

2. REVISÃO DA LITERATURA

Em 1902, TAYLER¹¹¹ já preconizava alguns requisitos necessários para um material obturador dos canais radiculares. Na época o autor utilizava a massa de vidraceiro, com a qual segundo ele conseguia bons resultados.

LEVIN⁶¹, também em 1902, publicou a fórmula da massa de vidraceiro, preconizando-a como o melhor material para a obturação dos canais radiculares que ele já havia utilizado, porque o material atendia aos requisitos estipulados por TAYLER¹¹¹.

PRINZ⁸⁰ relatou que o principal objetivo da obturação do canal radicular consiste na substituição do órgão pulpar por um material sólido, inerte e insolúvel. Este autor salientou que a não obturação do canal radicular permite a infiltração de líquidos tissulares que servirão de substrato nutriente para os microrganismos presentes nos canalículos dentinários de um canal radicular previamente infectado. Neste trabalho, o autor preconizou a obturação do canal radicular com um composto à base de parafina. Descreveu a técnica para o seu uso e enumerou as vantagens do referido material como cimento obturador do canal radicular. Ainda estabeleceu que os materiais obturadores de canais radiculares devem apresentar os seguintes requisitos: não provocar a putrefação dos tecidos, possuir propriedades anti-sépticas permanentes, ser de fácil introdução no interior do canal, não irritar os tecidos periapicais, não alterar a cor da estrutura dental, não apresentar porosidade, manter inalteradas as suas formas, ser de fácil remoção, promover obturação impermeável do canal radicular e ser radiopaco. Também citou estudiosos como FOUCHARD (1728), BOURDERT (1757) e HUNTER (1778) como os pioneiros na técnica de tratamento dos canais radiculares.

CALLAHAN¹⁹ recomendou o uso de uma solução de resina dissolvida em clorofórmio para o selamento dos canalículos dentinários. Ele diz ser a técnica simples, fácil, rápida e tem certeza do selamento de todos os canalículos e forames que se encontram abertos. O autor enfatiza também a necessidade de um correto preparo do canal radicular para a melhor realização dos procedimentos.

Preocupado em relação ao controle da infecção focal e com a melhora da obturação do sistema de canais radiculares, após muitos trabalhos e exaustivas investigações para se obter um material obturador, em 1927 RICKERT⁸³ publicou a fórmula de um cimento que até hoje é utilizado e ficou conhecido com o nome de Cimento de Rickert. A fórmula consiste em: pó - prata precipitada 24,74 %, óxido de zinco 34 %, bi-iodo de bi-timol (Aristol) 10,55 % e resina natural 30,71 %. Esse pó reage com um líquido composto de eugenol e bálsamo do Canadá. Esse foi, sem dúvida, um grande passo em direção à busca de um material obturador de uso exclusivo da Endodontia.

Os requisitos que um material obturador ideal deveria possuir continuaram a ser investigados, e ainda em 1927, FISHER³⁶ citou os seguintes: selar “hermeticamente” o canal radicular, não ser irritante aos tecidos, não sofrer alteração dimensional após o endurecimento, ser passível de esterilização, ser insolúvel e impermeável aos fluidos tissulares, ser radiopaco, não alterar a cor das estruturas dentais e ser de fácil remoção caso seja necessário. Esses são requisitos necessários até os dias de hoje.

De acordo com COOLIDGE²⁴, o primeiro requisito para um cimento endodôntico desejável é ser plástico o suficiente no momento da inserção, para adaptar-se às várias formas e contornos de cada canal.

PUTERBAUGH⁸² divulgou um texto muito importante a respeito de materiais obturadores dos canais radiculares, abrangendo conceitos utilizados na atualidade. O autor teceu considerações sobre a necessidade de um correto preparo da região cervical do canal

para que se possa ter um acesso adequado à sua região apical. Depois, ele enfatizou a necessidade de uma obturação impermeável do canal radicular. O autor foi um dos primeiros pesquisadores a se preocupar com a biocompatibilidade dos materiais obturadores dos canais radiculares, e a não incorporação de agentes anti-sépticos foi defendida por ele, preconizando a manutenção de uma rigorosa cadeia asséptica a fim de evitar essa necessidade.

BUCHBINDER¹⁷, preocupado com a alteração dimensional de alguns materiais obturadores, testou a guta-percha dissolvida tanto em clorofórmio como em eucaliptol, e o Cimento de Rickert. O método preconizado por esse investigador consistia em preencher tubos de vidro com os materiais testados e imergi-los em água com corante. À medida que material deslocava-se das paredes dos tubos de vidro, formavam-se bolhas de ar visíveis e ocorria a penetração do corante. Como resultado, o autor salientou que o Cimento de Rickert apresentou melhor resultado que os demais materiais testados. Além da pesquisa, o autor mencionou os requisitos que um cimento obturador deve possuir, porém não acrescentou nada de diferente aos requisitos propostos por PRINZ⁸⁰ e FISHER³⁶.

GROSSMAN⁴⁶, à semelhança de RICKERT⁸³, propôs um cimento obturador do canal radicular à base de óxido de zinco e eugenol e com prata em sua composição, com o objetivo de aproveitar as propriedades oligodinâmicas desse metal. O cimento proposto apresenta a seguinte formulação: pó - prata pulverizada, resina hidrogenada e óxido de zinco; líquido - eugenol e solução de cloreto de zinco a 4 %.

WALLACE e HANSEN¹¹⁵ realizaram pesquisas que representaram, a seu ver, os estudos iniciais para determinar as propriedades de endurecimento e o mecanismo como isso se processa, dos cimentos à base de óxido de zinco e eugenol, de misturas compostas essencialmente de óxido de zinco, resina e eugenol. Realizada a parte experimental, os pesquisadores fizeram constatações pertinentes. O aumento da umidade ou da temperatura no momento da manipulação dos materiais tende a diminuir o tempo de endurecimento. Até certo

ponto, o endurecimento é dependente das qualidades físicas e químicas da resina e outros constituintes dos cimentos.

Na tentativa de esclarecer as variáveis que afetam o tempo de endurecimento dos cimentos à base de óxido de zinco e eugenol, MOLNAR e SKINNER⁶⁶ realizaram vários experimentos e constataram que se faz necessário o uso de um acelerador ao pó para se conseguir um tempo suficientemente curto de endurecimento do cimento de óxido de zinco e eugenol. Os autores observaram que vários sais poderiam ser aceleradores eficientes, tais como acetatos, cloretos e nitratos. Constataram também que sais muito solúveis aumentavam a solubilidade do cimento óxido de zinco e eugenol, e ainda, que as resinas naturais (breus) eram aceleradores eficazes.

PUCCI⁸¹, ao se referir aos cimentos à base de óxido de zinco e eugenol, relatou que o óxido de zinco é um pó branco ou branco-amarelado, amorfo e inodoro. É obtido pela combustão do zinco metálico na presença de ar, ou por calcinação do hidróxido de zinco, carbonato de zinco e ou nitrato de zinco. É insolúvel em água. O óxido de zinco utilizado na Odontologia deve ser quimicamente puro e livre de impurezas. O eugenol é um fenol aromático obtido a parte do óleo do cravo. Trata-se de um líquido incolor ou ligeiramente amarelado, sendo pouco solúvel em água e solúvel em álcool, éter e clorofórmio.

BADAN⁷ indicou um cimento obturador de nome comercial Alpha Canal[®], cujo pó era constituído de 80 g de óxido de zinco tolubalsamizado, 90 g de óxido de zinco (farmacopéia brasileira) e o líquido continha 15 g de timol, 15 g de hidrato de cloral, 2 g de bálsamo de tolu e 10 g de acetona.

SKINNER, COOPER e ZIEHM¹⁰² estudaram algumas propriedades físicas das pastas de moldagem à base de óxido de zinco e eugenol. Embora esse material não seja especificamente o objetivo, os autores teceram considerações que, guardadas as devidas proporções, puderam ser transportadas para este estudo. Inicialmente, eles escreveram que a

combinação do óxido de zinco, eugenol, resina e um acelerador é aparentemente essencial aos compostos desse tipo, que devem endurecer após decorrido um intervalo de tempo razoável e estar de acordo com as condições clínicas desejadas de manipulação. Os pesquisadores concluíram que, geralmente, o tempo de manipulação tornou-se menor com um aumento na temperatura e quantidade de umidade, e que o tempo de endurecimento das pastas foi menor, salvo exceções, quando no interior da cavidade oral à temperatura ambiente.

McELROY⁶⁴ examinou as propriedades físicas dos materiais obturadores do canal radicular listados a seguir: guta-percha, composto obturador de Wach, Kerr Sealer, cloropercha, clorofórmio-resina de Callahan, Silv-o-dent, Neo-balsam, Perma-fix, cimento de Rickert, Sterident e Cargenon. O autor pesquisou as alterações volumétricas e porosidades desses materiais, e observou-se que a guta-percha bem condensada, e quando combinada com os produtos de Wach, Neo-balsam e de Rickert, apresentou alteração volumétrica mínima. Os materiais que empregaram a guta-percha modificada pelo clorofórmio, denominada cloropercha, e a sua associação com clorofórmio e resina mostraram a maior alteração em volume. O composto de Wach foi o menos poroso e a cloropercha a mais porosa dos materiais testados.

INGLE⁵³ enfatiza a importância da qualidade da obturação do canal radicular como fator de sucesso do tratamento empreendido e relaciona a maioria dos fracassos do tratamento endodôntico com a falha na obturação adequada do canal. Fica evidente o papel da obturação do canal em relação ao sucesso do tratamento.

Em 1958, GROSSMAN⁴⁴ apregoou o uso de um cimento para obturar os canais radiculares, produto de muitos anos de estudo. Esse cimento apresentava cor creme clara de modo a não possuir a coloração cinza dos cimentos que contêm prata. O autor partiu da fórmula de seu cimento preconizado em 1936 e realizou as seguintes modificações: remoção da prata e adição do subcarbonato de bismuto e do sulfato de bário. Segundo o autor, este

cimento, além de não manchar as estruturas dentais, apresenta facilidade durante a manipulação, boa plasticidade, adesividade satisfatória e radiopacidade adequada. O subcarbonato de bismuto entra na fórmula para dar suavidade à mistura; o sulfato de bário proporciona maior radiopacidade e a resina natural confere adesividade ao material. No líquido, o autor adicionou o óleo de amêndoas doces ao eugenol, para obter um tempo de endurecimento mais longo e proporcionar, desse modo, tempo de trabalho suficiente para o operador realizar a obturação do canal radicular. Durante o relato deste trabalho, o autor chamou a atenção para se utilizar o líquido em sua forma límpida e transparente. Quando o líquido estiver escurecido, significa que o eugenol oxidou e, portanto, tende a acelerar a reação de endurecimento. Uma vez manipulado corretamente, esse cimento deve apresentar uma massa branca, suave e sem grânulos.

BRAUER, WHITE e MOSHONAS¹⁶ afirmaram que as misturas à base de óxido de zinco e eugenol formam uma massa dura, consistente, que tem sido útil em um certo número de aplicações dentais. A massa endurecida consiste de óxido de zinco envolvido por uma matriz de quelato eugenolato de zinco, que possui a seguinte fórmula: $(C_{10}H_{11}O_2)_2Zn$.

ZERLOTTI FILHO¹²² realizou um estudo visando obter melhores informações sobre as propriedades dos cimentos e pastas empregadas nas obturações dos condutos radiculares. Foram realizados diversos testes em laboratório, envolvendo os seguintes produtos comerciais: Alfacanal[®], Banifoco-Eugenol-Werni[®], Banifoco-Eugenol S.S. White[®], Iodo-Argentol[®], Óxido de Zinco-Eugenol-S.S. White[®], Óxido de Zinco Titan-Eugenol Werni[®], Oxpara[®], Pyocidina[®], Piocedere[®], ProcoSol[®], Postolene[®] e Septocanal[®]. O estudo foi dividido em cinco etapas: 1. teste de coagulação protoplasmática; 2. permeabilidade; 3. pH; 4. poder germicida; 5. tempo de endurecimento. Os óxidos de zinco, nas suas respectivas associações, apresentaram pH entre 4.8 e 5. Esses materiais apresentaram tempo de trabalho, determinado subjetivamente, sem rigor metodológico, maior do que 2 horas. O tempo de

endurecimento foi de 42-43 horas para o Óxido de Zinco-Eugenol-S.S. White[®] e de 29-32 horas para o Óxido de Zinco Titan-Eugenol Werni[®].

PHILLIPS e LOVE⁷⁹ analisaram o efeito que a adição de certas substâncias provocam nas propriedades físicas das misturas à base de óxido de zinco e eugenol. Avaliaram-se a resistência à compressão (de acordo com a especificação número 8 para cimento fosfato de zinco da American Dental Association - ADA), solubilidade, espessura do filme e tempo de endurecimento. A adição do ácido o-etoxibenzóico (EBA) em partes iguais com o eugenol produziu significantes aumentos na resistência à compressão do material estudado. Ele aumentou simultaneamente a solubilidade e diminuiu o tempo de endurecimento. O acetato de zinco acelerou o endurecimento de todos os materiais. Concluindo, os autores estabeleceram que o efeito exato dos agentes adicionados às misturas de óxido de zinco e eugenol depende da combinação particular empregada e da propriedade que está sendo avaliada.

Continuando suas investigações sobre o cimento obturador de canais radiculares, GROSSMAN⁴³ propôs mudanças do seu cimento de 1958 com o objetivo de obter maior tempo de trabalho para o operador. Ele acrescentou ao pó um retardador de endurecimento do cimento de óxido de zinco e eugenol, que é o tetraborato de sódio anidro. Ainda, neste trabalho, o autor fez recomendações sobre o modo de manipular o novo cimento. Ele recomendou que o pó deve ser incorporado ao líquido, em pequenas porções, demorando em torno de três minutos para a espatulação, em relação a cada gota do líquido. A consistência do cimento deve ser tal que, ao levantar a espátula, o cimento a ela aderido demore de dez a quinze segundos para cair e, ainda, quando a superfície plana da espátula for colocada sobre a mistura e levantada lentamente da placa de vidro, deverá se formar um fio de cimento de pelo menos uma polegada (2,54 cm), que une a espátula à massa do cimento que está sobre a placa.

BRAUER, SIMON e SANGERMANO¹⁵ verificaram que os cimentos que possuíam relações pó / líquido maiores proporcionaram rápidos tempos de endurecimento e melhor

resistência à compressão. Os autores utilizaram os procedimentos recomendados pela especificação número 9 da ADA de 1960.

NORMAN et al.⁶⁹ estudaram a ação do tamanho das partículas do pó do cimento de óxido de zinco e eugenol sobre o tempo de endurecimento, resistência à compressão, solubilidade e resistência à abrasão. Incluiu-se no trabalho a pesquisa sobre os efeitos da proporção pó / líquido e de alguns aditivos sobre os cimentos. Os autores concluíram que partículas menores provocam endurecimento mais rápido do que cimentos com partículas maiores. As partículas maiores propiciam cimentos com maior facilidade de desintegração. Eles também constataram que a adição de resina natural (breu) ao cimento de óxido de zinco e eugenol tende a reduzir o tempo de endurecimento e a solubilidade deste cimento.

Um ano após, COLEMAN e KIRK²³ também concluíram, após realizar estudos com cimentos à base de óxido de zinco e eugenol, que, quanto maior a partícula do cimento, maior o seu tempo de endurecimento.

LEAL⁵⁹ observou a influência da proporção pó / líquido e do tempo de armazenagem podiam ter sobre a infiltração de uma solução corante ocorrida em alguns materiais usados na obturação de canais radiculares. Os materiais testados foram: Alphacanal[®], cimento de óxido de zinco e eugenol, Oxpara[®] e Pyocidina[®]. O autor relatou que a proporção pó / líquido influencia de modo significante a profundidade de penetração da solução corante. Essa profundidade aumentou à medida que o tempo passava, embora tivesse sido mais acentuada nas primeiras horas. Os materiais Alpha Canal[®] e Oxpara[®] apresentaram contração durante a realização dos experimentos, que diminuiu paralelamente com o aumento da proporção pó / líquido, e intensificou com o correr do tempo. O óxido de zinco e eugenol e a Piocidina[®] mostraram-se razoavelmente estáveis quanto à estabilidade dimensional.

Em 1967, BRAUER¹³ explicou que os estudos detalhados sobre o mecanismo de endurecimento dos cimentos à base de óxido de zinco e eugenol foram realizados apenas

durante os últimos 20 anos. Estudos prévios indicam que o corpo endurecido resultante de misturas equimolares de óxido de zinco e eugenol consistem de óxido de zinco envolvido em uma matriz de cristais longos, à semelhança de uma cobertura, do quelato eugenolato de zinco, com qualquer excesso de eugenol sendo sorvido por ambos, ou seja, tanto pelo eugenolato como pelo óxido de zinco. O eugenol, continuou o autor, reage não apenas com o óxido de zinco, mas também com óxidos de outros elementos do Grupo II da Tabela Periódica (MgO, CaO, BaO, CdO, HgO) e com o chumbo (PbO) para formar materiais cimentantes. A formação dos cimentos é acelerada pela substituição do MgO ou CaO, mas os cimentos resultantes da reação do eugenol com esses outros óxidos são bastante solúveis em água. Cimentos de propriedades físicas melhoradas são obtidos com CdO, HgO, BaO ou PbO, mas o efeito desses óxidos sobre os tecidos, geralmente biologicamente indesejáveis, não foi determinado. Quando mistura-se os cimentos de óxido de zinco e eugenol, a incorporação da quantidade máxima de pó com o líquido, dentro de uma consistência passível de utilização, é uma boa prática. Assim, o pó estará em grande excesso no cimento endurecido. Sintetizando, os cimentos de óxido de zinco e eugenol modificados (contendo EBA), que tiveram algumas propriedades físicas estudadas, parecem ser satisfatórios para o uso como cimentos obturadores do canal radicular, dentre outras coisas.

HIGGINBOTHAM⁵⁰ investigou o tempo de endurecimento, a espessura do filme, a solubilidade, a radiopacidade e a capacidade seladora dos seguintes materiais: Antiseptic Pulp Canal Sealer[®] (Kerr), Tubli-Seal[®] (Kerr), Diaket[®] (Premier), ProcoSol[®] (ProcoSol) e Kloroperka N-0[®] (Union Broach). O tempo de endurecimento e a espessura do filme foram determinados de acordo com a especificação número 8 da ADA. Foram encontradas diferenças no tempo de endurecimento dos materiais, porém todos apresentaram um tempo de trabalho suficientemente bom para a obturação do canal. Os resultados sugeriram a

importância do uso de uma técnica cuidadosa de condensação quando da obturação do canal para se alcançar um selamento eficiente.

SHILDER⁹⁴, em seu marcante trabalho a respeito da necessidade da obturação tridimensional do sistema de canais radiculares, afirmou que as técnicas modernas de obturação devem lançar mão de uma maior quantidade de guta-percha e de uma menor película de cimento, visto que hoje tem-se a consciência de que o cimento representa a porção frágil da obturação.

BRAUER, McLAUGHLIN E HUGET¹⁴ realizaram um estudo para melhorar as propriedades dos cimentos dentais que contém o ácido o-etoxibenzóico (EBA). Os autores relatam que a adição dos derivados de resina aumentou a solubilidade e diminuiu a resistência à compressão dos produtos resultantes. A adição de resina hidrogenada até 8 % melhorou as características da mistura, reduziu os valores de solubilidade e desintegração, mas aumentou o tempo de endurecimento de 5 para 10 minutos. A resistência à compressão diminuiu quando o conteúdo de resina hidrogenada foi maior do que 2 %.

BATCHELOR e WILSON⁸ avaliaram os efeitos da temperatura e umidade presentes durante a preparação dos cimentos de óxido de zinco e eugenol sobre a consistência e tempo de endurecimento. Eles analisaram seis marcas comerciais diferentes desses cimentos. Os autores concluíram: a) a temperatura e a umidade do ambiente durante a manufatura dos cimentos interfere na sua consistência; b) a consistência e o tempo de endurecimento são mutuamente afetados pela temperatura e umidade; c) a hidratação do óxido de zinco faz parte do processo de endurecimento; d) a água é necessária para a geração da reação iônica e age como solvente desta reação; e) a adição de ácidos ao eugenol tem efeito acelerador da reação de endurecimento, uma vez que aumenta a concentração hidrogeniônica; f) para se trabalhar com cimentos de óxido de zinco e eugenol, as condições atmosféricas do laboratório, no momento da manufatura do material,

devem ser rigidamente controladas e as permissões de variação da temperatura e da umidade relativa do ar devem estar em ± 1 °C e 2 % respectivamente.

WEISSMAN¹¹⁶ comparou, *in vitro*, o escoamento de dez cimentos obturadores de canais radiculares. Para essa pesquisa, ele utilizou-se de pipetas de vidro com 0,19 mm de diâmetro, com o objetivo de simular um canal radicular. Dentre os materiais testados, havia três tipos de cimentos de Grossman, cada um deles produzido com partículas de tamanhos diferentes. Os resultados obtidos permitiram afirmar que para os cimentos tipo Grossman, o tamanho das partículas do pó influi no escoamento. O escoamento foi tanto maior quanto menor o tamanho das partículas do pó. As taxas de escoamento, medido em milímetros, que representou o quanto o cimento penetrou na pipeta, permitiu a elaboração de uma ordem ascendente de materiais, determinada pelos valores médios: ProcoSol[®], Diaket[®], Roth's 812[®], AH 26[®], Kerr's Pulp Canal Sealer[®], Kloroperka N-0[®], Roth's 811[®], Kerr's Tubli-Seal[®], "ZOC[®]" e Pulpdent[®].

WILSON e BATCHELOR¹¹⁹ relataram que a desintegração dos cimentos à base de óxido de zinco e eugenol no meio aquoso é consequência da perda contínua do eugenol da matriz do cimento. Isso ocorre por lixiviação. O quelato eugenolato de zinco possui baixa estabilidade e o equilíbrio entre ele, o eugenol, e o óxido de zinco contidos no cimento é alterado quando o eugenol é removido por lixiviação aquosa. Conseqüentemente, a matriz hidrolisa progressivamente o eugenol e o óxido de zinco. O cimento então perde a força mecânica e se desintegra. Os autores avaliaram o teste de determinação de solubilidade e desintegração para esse cimento dental e concluíram que ele dá uma visão incompleta da durabilidade do cimento, porque o eugenol sendo volátil é perdido e, por conseguinte, não é mensurado.

EL-TAHAWI e CRAIG²⁸ estabeleceram as transições térmicas características dos materiais à base de óxido de zinco e eugenol, para compará-las àquelas do eugenolato de

zinco, e para estudar o efeito da adição de ácido o-etoxibenzóico (EBA), de grandes quantidades de acelerador, e de resina na formação do eugenolato de zinco. O endurecimento das misturas de óxido de zinco e eugenol sem aceleradores, ou daquelas com acelerador em concentração menor do que 1 % de acetato de zinco, resultou na formação de apenas traços, quando eles existiam, dos cristais de eugenolato de zinco, concluindo que o endurecimento dos cimentos não era devido à essa fase cristalina. O endurecimento das misturas tinha duas exotermias na região de exotermia do eugenolato de zinco, o que pode indicar a formação de uma massa amorfa de eugenolato de zinco. A adição de resina aos cimentos que continham EBA interferiu na formação do eugenolato de zinco cristalino.

WIENER e SCHILDER¹¹⁷ avaliaram em um estudo qualitativo e quantitativo, o tempo de endurecimento de oito cimentos: Kerr Antiseptic Pulp Canal Sealer[®], Kerr Tubli-Seal[®], Roth N. 501[®], Roth N. 511[®], Roth N. 601[®], Roth N. 801[®], ProcoSol nonstaining root canal cement[®] e ProcoSol radiopaque silver root canal cement[®]. Todas as misturas foram realizadas de acordo com os critérios estabelecidos por Grossman para a consistência ideal. Os autores acharam que muitos fatores afetam o tempo de endurecimento dos cimentos endodônticos estudados. A variação de um lote para outro do mesmo cimento, idade e estocagem são fatores que influenciam no tempo de endurecimento. Outro fator é a proporção pó / líquido. A presença de umidade é necessária no endurecimento de materiais à base de óxido de zinco e eugenol. E aumentos de temperatura ou umidade relativa do ar provocam diminuição no tempo de endurecimento, assim como o aumento das duas condições resulta num efeito mais acentuado. Também foi demonstrado que o tamanho das partículas tem significativa influência no tempo de endurecimento, partículas menores endurecem mais rápido.

Numa continuação do estudo antes citado, WIENER e SCHILDER¹¹⁸ pesquisaram as alterações dimensionais após o endurecimento de nove cimentos. Foram avaliados, de forma

qualitativa e quantitativa, os mesmos cimentos do estudo anterior e o AH 26[®]. Os autores salientaram que as condições dos estudos não tinham o objetivo de simular as condições clínicas. Nenhum dos resultados poderia ser interpretado como um comentário direto do desempenho clínico de qualquer cimento testado. Os tempos de endurecimento dos materiais apresentaram grandes variações, sob condições idênticas de temperatura e umidade relativa do ar. E as alterações das condições ambientais, ou seja, da temperatura e da umidade relativa do ar, provocaram alterações marcantes nos tempos de endurecimento dos cimentos. Os aumentos da temperatura e umidade relativa do ar provocaram diminuição do tempo aferido. Todos os cimentos apresentaram contração, observada qualitativamente e quantificada por meio de perda de volume. Concluindo, os pesquisadores enfatizam a necessidade da padronização dos métodos para estudar-se os cimentos obturadores do canal, com a adoção de especificações pela American Dental Association.

SAMPAIO⁸⁵ propôs uma modificação para o cimento de Rickert[®], removendo da composição original 1 grama de óxido de zinco e acrescentando 1 grama de delta-hidro cortisona. Esse novo material é chamado de N-Rickert[®] e, segundo o pesquisador, apresenta boa tolerância tecidual e não sofre mudanças volumétricas apreciáveis.

GROSSMAN⁴⁵ realizou uma nova alteração na fórmula do seu cimento, diminuindo a quantidade do retardador (tetraborato de sódio anidro) e retirou o óleo de amêndoas doces do líquido. Essa foi a última mudança que Grossman realizou em seu cimento, que até hoje é utilizado. Esse cimento, comentou o autor, apresenta a maioria das propriedades desejáveis que um material obturador deve possuir, mas não todas. Essa composição proporciona ao profissional o tempo adequado para realizar uma radiografia e ajustar o cone quando for necessário. A qualidade da resina utilizada influencia o tempo de endurecimento do cimento. Ele não começa a endurecer antes de decorridos 10 minutos após sua manipulação, propiciando um tempo amplo para a obturação do canal. O cimento endurece sobre a placa

após 6 a 8 horas. O seu endurecimento no interior do canal começa passados 10 minutos do início da manipulação, atingindo o seu endurecimento total após 30 minutos, devido à umidade existente nos canalículos dentinários. O material em pauta é bem tolerado pelo tecido periapical mesmo quando extravasado através do forame apical, mas deve-se, entretanto, evitar a sobreobturação. A propriedade endurecedora do cimento variará com os componentes utilizados, com a quantidade de umidade presente no pó de óxido de zinco, e até com a quantidade de umidade da atmosfera no momento da preparação do pó ou quando o cimento é manipulado. Quanto maior for a umidade, mais rapidamente o cimento endurece. Não se deve utilizar mais do que duas gotas de líquido de uma única vez. Isso proporcionará uma quantidade de cimento suficiente para obturar os canais de um dente multirradicular.

COHEN e BURNS²² contra-indicaram o uso de cimentos obturadores de canais radiculares que apresentavam íons de metais pesados nas suas composições, bem como corticosteróides e paraformaldeído. Sobre os corticóides, eles afirmaram ser esse tipo de agente farmacológico utilizado desnecessariamente para suprimir sintomas clínicos do pós-operatório. O paraformaldeído tem ação necrosante sobre os tecidos.

Autoridade no assunto, em 1976 GROSSMAN⁴⁷ estudou algumas propriedades físicas dos cimentos obturadores do canal radicular como: tamanho das partículas, escoamento, tempo de endurecimento, adesão e alteração dimensional. O tamanho das partículas foi avaliado para determinar o seu efeito sobre o tempo de endurecimento e escoamento. O escoamento, isto é, a consistência do cimento manipulado que irá capacitá-lo a penetrar nas pequenas irregularidades da dentina, é um fator importante na obturação dos canais laterais e ou acessórios. O tempo de endurecimento foi estudado para determinar se o operador vai ter tempo suficiente para ajustar os cones de guta-percha no interior do sistema de canais radiculares. Isso é particularmente importante quando se obtura dentes multirradiculares. A adesão, ou seja, a ligação física do cimento com a parede do canal, foi determinada porque ela

é uma propriedade desejável de um cimento. Finalmente, a alteração dimensional do cimento foi determinada pela infiltração de um corante ao seu redor. Os materiais testados foram: AH26[®], Diaket[®], Kerr sealer[®], Mynol[®], N2[®], N2 no-lead[®], ProcoSol (non-staining)[®], RC2B[®], Roth 801[®], Roth 811[®], Tubliseal[®] e cimento de óxido de zinco e eugenol. Continuando, o autor fez revelações de grande valia para qualquer estudioso das propriedades físicas dos cimentos obturadores do canal radicular. Os cimentos à base de óxido de zinco e eugenol, na sua maioria, possuem uma certa porcentagem de resina sintética ou natural. Vários deles contêm subnitrato de bismuto para acelerar o seu endurecimento, enquanto outros contêm borato de sódio para retardá-lo. Há ainda aqueles outros que contêm ambos os ingredientes para conseguir um balanceamento entre um tempo de endurecimento muito rápido e outro muito lento. Neste estudo, não houve correlação entre o tamanho das partículas e o tempo de endurecimento. Quanto menor o tamanho da partícula, mais fácil é de se manipular o cimento, tomando menor tempo, e a mistura é mais suave e escoamento melhor. As propriedades de escoamento de um cimento dependem em parte dos ingredientes que o compõem, e em parte do tempo de endurecimento. Isso é particularmente pertinente ao escoamento dos cimentos no interior do canal radicular, onde o tempo de endurecimento é grandemente acelerado, quando comparado ao tempo de endurecimento do cimento sobre a placa de vidro. O óxido de zinco comercial afeta variavelmente o tempo de endurecimento dos cimentos, dependendo do método da sua preparação química e da sua fonte de obtenção, se mineral ou a partir de misturas. A absorção do vapor do ar, tanto pelo óxido de zinco como pelo cimento obturador do canal, acelerará o tempo de endurecimento da mistura. Esse tempo não apresenta relação com o mesmo tempo medido no interior do canal radicular. Não apenas a temperatura e a umidade da boca aceleram o endurecimento do cimento no interior do canal, mas a pouca espessura do filme do cimento desempenha um papel importante. Um cimento que endurece no interior do canal radicular em poucos minutos pode ser um ponto desfavorável para o

operador que necessitar de ajustes na obturação. Por outro lado, um cimento que endurece muito lentamente pode irritar os tecidos periapicais, devido a um excesso de eugenol que resulta em uma queilação incompleta ou pode servir de causa da contração do cimento. Ainda segundo Grossman, o tempo de endurecimento ideal, se é que ele existe, ainda não foi determinado. Concluindo, ele acha que as informações do seu trabalho podem ajudar o dentista clínico-geral ou o endodontista a entender melhor o material que estão utilizando.

McCOMB e SMITH⁶³, também em 1976, avaliaram as propriedades de escoamento, tempo de endurecimento, radiopacidade, adesão à dentina radicular, resistência à compressão e solubilidade de nove cimentos obturadores do canal radicular e as compararam com as propriedades de dois cimentos endodônticos especialmente preparados, ambos com fórmulas à base de policarboxilato (Policarboxilato 5TD e Policarboxilato 5TDR). Os cimentos avaliados foram: Kerr antiseptic pulp canal sealer[®], Kerr Tubli-Seal[®], ProcoSol non-staining root canal cement[®], ProcoSol silver cement[®], Pulpdent PCA[®], Roth root canal cement n. 801[®], Roth root canal cement n. 511[®], Diaket[®] e o AH26[®]. Usou-se a especificação número 8 da ADA para cimento fosfato de zinco para a avaliação de escoamento, tempo de endurecimento, resistência à compressão e solubilidade. Encontraram uma ampla variação de valores de escoamento: de 20 mm para o Pulpdent PCA[®] a 46 mm para o Roth 511[®]. Dois materiais, o Diaket[®] e o Pulpdent PCA[®], mostraram o escoamento mínimo exigido sob as condições usadas, enquanto os outros cimentos revelaram escoamento excessivo na avaliação dos autores. Acreditou-se que diferenças nas proporções pó / líquido possam explicar esta diversidade. A maior surpresa foi o Pulpdent PCA[®], visto que o mesmo foi formulado para uso em seringa e evidenciou a menor taxa de escoamento. O tempo de endurecimento também revelou uma ampla faixa de valores: de 17 minutos para o Tubli-Seal[®] a 630 minutos para o AH26[®]. Testes de escoamento e tempo de endurecimento quando realizados a 37 °C e 100 % de umidade relativa permitem uma avaliação do tempo de trabalho e fluidez em condições

clínicas. Embora o tempo de trabalho e a fluidez possam variar de acordo com a técnica, estudos como este têm demonstrado que estes testes caracterizam o comportamento básico desses materiais.

BENATTI, STOLF e RUHNKE¹⁰ propuseram-se a estabelecer um critério para a obtenção da consistência clínica ideal de alguns materiais obturadores de canais radiculares, estabelecer um tempo de endurecimento e analisar as alterações dimensionais a partir desta consistência ideal. Os experimentos foram realizados a partir de adaptações da especificação número 8 do Grupo Brasileiro de Materiais Dentários. Os cimentos estudados foram: Fill Canal[®], Endométhasone[®], Trim-Canal[®], Alpha Canal[®] e óxido de zinco e eugenol. Os autores verificaram que a consistência ideal correspondia à mesma proposta por GROSSMAN⁴⁴. O tempo de endurecimento permitia um tempo de trabalho suficiente, desde que a consistência do cimento estivesse dentro das condições ideais. Eles observaram que quanto mais espessa for a mistura obtida durante a espatulação, menor será a alteração dimensional do cimento.

URICH, MOSER e HEUER¹¹² analisaram as propriedades reológicas de alguns cimentos endodônticos (Nogenol[®], Tubli-Seal[®], Antiseptic Root Canal[®], Diaket[®], Procosol[®]). Os resultados permitiram algumas conclusões. A maioria dos cimentos endodônticos é pseudoplástica, e assim sua viscosidade é reduzida. E o escoamento aumenta quando a força de cisalhamento aumenta durante a compactação. Isto facilita o escoamento através dos canais acessórios e entre os cones de guta-percha, mas a extrusão através do forame é desfavorável e deve ser evitada. Os autores concluíram também que os tempos de trabalho e endurecimento dependem dos componentes, do tamanho das partículas, da temperatura ambiente e umidade relativa. Consideraram o viscosímetro de extrusão capilar um método eficaz de comparar o escoamento de diferentes cimentos endodônticos.

FRAGOLA et al.³⁷, em 1979, examinaram a influência do tamanho das partículas dos componentes do cimento de Grossman no que diz respeito ao tempo de endurecimento,

escoamento, radiopacidade e aspecto microscópico. Para o respectivo estudo, os autores usaram quatro tipos de malhas diferentes: 50, 100, 200 e 400 respectivamente. Concluíram que, quanto maior o tamanho da partícula, menor é a solubilidade e maior é o tempo de endurecimento, além do que os cimentos de partículas menores são mais fáceis de espatular e, assim, obter-se o ponto ideal do cimento. As partículas menores foram compactadas mais próximas umas das outras e apresentaram um alto grau de densidade. A velocidade da reação é afetada pelo conteúdo de vapor e umidade do ambiente. A capacidade do óxido de zinco de se hidratar está relacionada com o tamanho da partícula. À medida que o seu tamanho aumenta, a superfície do mesmo volume diminui. Em outras palavras, quanto maior o tamanho das partículas, menor é a superfície, que resulta em uma diminuição da reatividade e solubilidade da mistura. Partículas maiores constituem cimentos à base de óxido de zinco que endurecem mais vagarosamente, são menos reativas e proporcionam matriz menos homogênea do que os cimentos que contêm partículas menores. A reação de endurecimento do óxido de zinco e eugenol é essencialmente uma reação iônica ácido-base, com o eugenol servindo como doador de próton e o óxido de zinco e eugenol como o seu receptor. O hidrogênio fenólico no eugenol dimérico é substituído pelos íons de zinco para formar um quelato óxido de zinco e eugenol. A água é necessária para manter o eugenol hidratado e também para formar $Zn(OH)_2$, o qual é a fonte de íons de zinco.

CRANE et al.²⁵, na busca de um cimento com boas propriedades físicas e melhor biocompatibilidade, realizaram uma pesquisa onde compararam as propriedades físicas e biológicas de dois cimentos à base de óxido de zinco e eugenol (Tubli-Seal[®] e Kerr Pulp Canal Sealer[®]) com um outro à base de óxido de zinco mas sem eugenol (Nogenol[®]). Os resultados indicaram que o cimento sem eugenol é comparável aos outros. O aumento dos tempos de trabalho e endurecimento na temperatura ambiente de 25 °C pode ser clinicamente desvantajoso. Os tempos de endurecimento a 37 °C de todos os cimentos testados foram

similares e clinicamente aceitáveis. A resistência e o pH de todos os cimentos foram semelhantes, assim como a qualidade do selamento. O cimento sem eugenol foi mais biocompatível no início, mas decorridos seis meses as diferenças entre os cimentos com e sem eugenol não foram estatisticamente significantes.

BOMBANA¹¹, em 1981, realizando estudo histométrico desenvolvido em tecido subcutâneo de ratos, demonstrou que a concentração ideal de delta-hidro cortisona para o cimento N-Rickert[®] deve ser da ordem de 2 %, dobrando-se a partir de então a concentração proposta por SAMPAIO⁸⁵.

GOLDBERG⁴⁰ classificou os materiais obturadores dos canais radiculares em dois tipos: os inseridos no canal radicular no estado sólido (cones de guta-percha e cones de prata), e aqueles introduzidos no canal na forma plástica (cimentos e pastas).

YOUNG et al.¹²¹ apresentaram um trabalho onde avaliaram o tempo de trabalho e o tempo de endurecimento de seis cimentos endodônticos através de um reômetro oscilatório. Três cimentos eram à base de óxido de zinco e eugenol (Tubli-Seal[®], Procosol[®] e Kerr Antiseptic Root Canal Sealer[®]), um resinoso (AH 26[®]), um à base de óxido de zinco e resina (Diaket[®]) e um último à base de óxido de zinco (Nogenol[®]). O teste ANOVA demonstrou que houve diferenças significantes entre as marcas e entre temperatura ambiente e corpórea para os tempos de trabalho e endurecimento. Para os cimentos Kerr Antiseptic Root Canal Sealer[®], Nogenol[®], Diaket[®] e Tubli-Seal[®] não houve diferenças significantes entre os métodos do reômetro oscilatório e da Agulha de Gilmore. Quando o AH 26[®] e o Procosol[®] foram comparados desta forma, diferenças significantes foram obtidas.

FRAUNHOFER e BRANSTETTER³⁸ estudaram as propriedades físicas de quatro cimentos obturadores do canal radicular, quais sejam: ProcoSol[®], Diaket[®], Tubli-Seal[®] e Nogenol[®]. As propriedades avaliadas foram resistência à compressão, absorção de água e solubilidade, alteração dimensional, pH e condutividade elétrica. As resistências à compressão

do ProcoSol[®], Diaket[®] e Tubli-Seal[®] pareceram satisfatórias. As alterações dimensionais encontradas com o ProcoSol[®] e o Tubli-Seal[®] sugerem que a capacidade seladora desses materiais aumenta com o passar do tempo. O Diaket[®] foi o cimento obturador mais estável, permanecendo virtualmente inalterado durante o período dos testes. A ausência de alteração dimensional indica que a eficiência seladora é dependente principalmente de uma boa técnica de obturação. O Nogenol[®] diferiu significativamente dos outros materiais, apresentando uma consistência borrachóide durante o período dos testes, demonstrando uma alteração dimensional positiva (expansão) muita alta.

GROSSMAN⁴⁸, em 1982, determinou o tempo de endurecimento do cimento que introduziu em 1974, porém com modificações no líquido. Ele substituiu o eugenol por outros óleos essenciais de anethole, erva-doce, eucaliptol e óleo de pimenta em folhas. Este último foi o único a possibilitar a formação de um cimento que apresentou resultados que o compararam favoravelmente ao cimento manipulado com o eugenol, podendo assim ser considerado um possível substituto.

Neste mesmo ano, GROSSMAN⁴⁹ ressaltou a importância do conteúdo resinoso dos cimentos, o qual pode influenciar o tempo de endurecimento desses materiais e afetar os tecidos periapicais. Assim, o autor realizou um estudo para determinar o pH de seis resinas, naturais e sintéticas, e também para determinar o efeito dessas substâncias sobre o tempo de endurecimento dos cimentos obturadores. As resinas estudadas foram: Amend[®], Hakusui[®], Penresina[®], Primavera[®], Stabylite[®] e WW[®]. A adição de resina ao pó de óxido de zinco deu a ele corpo e consistência, e permitiu ao material endurecer após decorrido um tempo razoável. O cimento de óxido de zinco e eugenol sem resina não endureceu em 24 horas e, após o endurecimento, era friável. Geralmente, quanto menor o pH da resina, menor o tempo de endurecimento observado. Segundo o autor, era de conhecimento que os ácidos aceleram o tempo de endurecimento do cimento de óxido de zinco e eugenol. O ácido benzóico e o

acetato de zinco têm sido recomendados como aceleradores do tempo de endurecimento. Entretanto, o fato de que a adição de uma resina ao cimento à base de óxido de zinco e eugenol afeta o tempo de endurecimento, acelerando-o ou retardando-o, não tinha sido relatado na literatura até então.

BRANSTETTER e FRAUNHOFER¹² publicaram uma revisão de literatura sobre as propriedades físicas e ação seladora dos cimentos obturadores endodônticos. Declaram que vários estudos têm sido feitos sobre a resistência à compressão, absorção de água e solubilidade, propriedades reológicas, alterações dimensionais, tamanho das partículas, tempo de endurecimento, pH, radiopacidade e espessura do filme. Concluíram que várias diferenças nas propriedades dos materiais têm sido relatadas na literatura, sendo que algumas delas ocorrem devido à alterações dos fabricantes e melhorias nos materiais, mas outras se devem aos vários métodos de se testá-las usados nas avaliações, havendo necessidade de uma padronização dos testes.

SAMPAIO, COLLESI e LIMA⁸⁶ realizaram um trabalho para determinar a relação pó/líquido do cimento N-Rickert[®] e determinaram que a relação ideal é de 0,3762 g do pó para quatro ou cinco gotas do líquido. Neste trabalho, os autores sugeriram a utilização de um dispositivo para determinar o quantidade de pó, utilizando-se para tal um tubete de anestésico com um limitador colocado a 1 cm da borda. Relataram também que o tempo de espatulação médio foi de 165 segundos e o tempo útil de trabalho foi de 951 minutos.

ØRSTAVIK⁷³ pesquisou o escoamento, o tempo de trabalho e a resistência à compressão de vários materiais endodônticos. Os materiais estudados foram: AH 26[®], Diaket[®], Endométhasone[®], Estésone[®], Eucaryl Poudre[®], Forfénan[®], Formocresol[®], Formule G. Ivanhoff[®], Kerr's Pulp Canal Sealer[®], Kloroperka N-0[®], Kri 1 paste[®], Merpasone[®], Mynol C-T[®], N2 Normal[®], N2 Universal[®], Procosol[®], Propylor[®], Pulpdent root canal sealer[®], Roth 811[®], Traitement SPAD[®], Tubli-Seal[®] e óxido de zinco e eugenol[®]. Dentre as conclusões do

autor, destaca-se que a propriedade de escoamento dos cimentos obturadores do canal radicular variou grandemente, sendo para várias marcas altamente dependente da proporção pó / líquido do material manipulado. Os resultados apontaram a necessidade dos fabricantes fornecerem uma proporção pó / líquido ótima para o uso clínico dos materiais estudados.

Em 1984, efetivou-se uma série de normas e testes para a avaliação dos materiais obturadores do sistema de canais radiculares, divulgada no ano anterior pela American Dental Association⁴. Tal fato reveste-se de muita importância, passando então a existir procedimentos padronizados, com finalidade específica para a avaliação das propriedades físicas dos materiais em pauta. Sua última atualização foi realizada em abril de 2000⁵ (Anexo).

ZYTKIEVITZ, ABREU E LIMA e BLEY SOBRINHO¹²³ estudaram o escoamento e o tempo de endurecimento inicial e final de seis materiais obturadores do canal radicular: N-Rickert[®], Trim-Canal[®], Alpha Canal[®], Endométhasone[®], óxido de zinco e eugenol e AH 26[®]. O N-Rickert[®] apresentou o maior escoamento, seguido pelo Trim-Canal[®] e AH 26[®]. O Endométhasone[®] e o Alpha Canal[®] apresentaram resultados equivalentes entre si. O óxido de zinco e eugenol apresentou o menor escoamento e o maior tempo de endurecimento, fato este que os autores atribuíram e concordaram com O'BRIEN e RYGE⁷⁰ que, quanto mais puro for o produto, isto é, quanto menor a quantidade de material de carga, acetatos, sulfatos, etc, contiver o óxido de zinco e quanto mais purificado for o eugenol, mais lento será o tempo de endurecimento. O menor tempo foi apresentado pelo Trim-Canal[®], confirmando os resultados obtidos por BENATTI⁹, que afirma que embora este cimento tenha apresentado menor tempo de endurecimento, ainda promove um tempo de trabalho satisfatório.

HYDE⁵², em 1986, investigou as propriedades físicas de escoamento, tempo de endurecimento, tempo de trabalho, pH, solubilidade e desintegração, adesividade à dentina e radiopacidade, dos seguintes cimentos endodônticos: Sealapex[®], CRCS[®], Tubli-Seal[®] e Roth

801[®]. O autor seguiu a especificação número 57 da ADA⁴, com exceção do teste de avaliação do pH, o qual ele próprio desenvolveu. Na ausência de uma padronização, sua metodologia foi utilizada por vários outros autores^{31, 35, 88}, incluindo a realização do teste de pH do presente estudo. Quanto aos resultados, ele observou que os cimentos Sealapex[®] e CRCS[®], que contêm hidróxido de cálcio, provocaram um aumento significativo no pH da água, enquanto pouca mudança no pH ocorreu com o cimento Roth 801[®], que é um cimento tipo Grossman.

DE DEUS²⁷ salientou que as fórmulas de cimentos à base de óxido de zinco e eugenol para obturação de canais radiculares sofrem variações no tempo de endurecimento em função da manipulação, da temperatura, da umidade relativa do ar e da proporção pó / líquido.

GORDON e ALEXANDER⁴¹ avaliaram in vitro a influência no pH de dois cimentos contendo hidróxido de cálcio. Foram três grupos de dentes instrumentados e obturados com a técnica da condensação lateral, utilizando os seguintes cimentos: Sealapex[®], CRCS[®] e o Cimento do tipo Grossman Roth[®]. Outros dois grupos foram utilizados como controles: um apenas com a solução salina e outro com raízes instrumentadas mas não obturadas, apenas com uma restauração provisória nos 2 a 3 mm mais coronários. O pH da solução em cada frasco contendo a raiz foi determinado por um medidor de pH nos seguintes períodos: 1 e 4h, 1, 2 e 3 dias, e 1 semana após a colocação da raiz no frasco. O pH no grupo do Sealapex foi mais alto que nos outros grupos nos seis tempos. Embora o pH do grupo do CRCS[®] tenha sido mais baixo comparado ao Sealapex[®], ele foi significativamente mais alto que os outros grupos na 1^a hora e às 4h. No 1^o e no 2^o dia não houve diferença significativa entre o CRCS[®], o Cimento de Grossman e as soluções controles. No 3^o dia e na 1^a semana as raízes não obturadas demonstraram pH bem mais baixo que os outros grupos, enquanto não houve diferença significativa entre o CRCS[®], o Cimento de Grossman e a solução salina. Devido ao mais alto pH aferido neste estudo ter sido 9.1, pode ser que os dois cimentos avaliados não elevem os níveis do pH o suficiente para afetar o processo biológico. Embora o hidróxido de

cálcio seja utilizado para promover reparo, seu efeito imediato é uma necrose localizada, provavelmente produzida em parte pela inibição enzimática devido à alta alcalinidade. Para os autores fica a dúvida se a elevação dos níveis do pH aferida neste estudo possa produzir mudanças biológicas benéficas.

PAIVA e ANTONIAZZI⁷⁵ elegeram o cimento de Rickert associado à delta-hidro cortisona a 2 %, ou seja, o N-Rickert, como material de escolha na obturação de canais radiculares. Segundo os autores, tal cimento apresenta boa tolerância tecidual e não sofre mudanças volumétricas apreciáveis.

CAICEDO e FRAUNHOFER¹⁸ compararam os cimentos CRCS[®] e o Sealapex[®] com o ProcoSol[®]. As propriedades testadas com esses cimentos foram: resistência à compressão, solubilidade, estabilidade dimensional, radiopacidade e tempo de endurecimento. O Sealapex[®] demonstrou a mais alta absorção de água, a maior alteração da radiopacidade com o tempo, e uma pronunciada expansão volumétrica com o endurecimento, apresentando comportamento atípico comparado com os outros cimentos. Em contraste, o CRCS[®] pareceu ser o cimento endodôntico mais satisfatório quanto às suas propriedades físicas, mas há necessidade de novos estudos sobre a capacidade de selamento desses materiais.

LARA⁵⁸ declarou que a determinação do escoamento pode ser realizada por várias técnicas: viscosidade, penetrabilidade, espalmabilidade e extrusão. O método preconizado pela especificação número 57 da ADA⁵ e utilizado neste trabalho, é o da espalmabilidade ou extensibilidade, que é definida como sendo a área média obtida quando o material é submetido a uma carga constante por um tempo determinado. Este método refere-se à capacidade de espalmar ou de tornar plana a superfície de uma preparação quando submetida a uma determinada força. Relaciona-se também à facilidade com que ela se espalma e se estende mediante uma tração.

Em 1989, SAQUY⁸⁷ realizou uma importante pesquisa para determinar algumas características dos tratamentos endodônticos realizados por cirurgiões-dentistas de Ribeirão Preto, Estado de São Paulo - Brasil, e constatou que a maioria dos cirurgiões-dentistas utilizava cimentos do tipo Grossman para a obturação do sistema de canais radiculares.

LEONARDO e LEAL⁶⁰ afirmaram que obturar um canal radicular significa preenchê-lo em toda a sua extensão com um material inerte, antiséptico, obtendo o selamento mais hermético possível. Este material não deve interferir, mas se possível, deve estimular o reparo periapical após o tratamento endodôntico.

MOTTA et al.⁶⁷ testaram o tempo de endurecimento, escoamento, homogeneidade das partículas e adesividade de seis cimentos endodônticos (Procosol[®], Endométhasone[®], óxido de zinco e eugenol, Endofill[®], Fillcanal[®] e Dentinol[®]). Os autores empregaram a norma número 8 da ADA para a realização deste trabalho. Foram realizadas duas manipulações para cada material testado, até que a mistura atingisse a consistência ideal. Colocou-se o material entre duas placas de vidro e sobre a placa superior um peso. Foram então realizadas as medições dos diâmetros horizontal e vertical nos intervalos de 1, 5, 10, 15 e 60 minutos, após a colocação do conjunto placa-carga. Os resultados obtidos demonstraram que o tempo de endurecimento variou de 367 minutos para o Endofill[®] a 771 minutos para o Endométhasone[®]. O menor escoamento obtido pelos autores foi de 2,0 cm para o Endométhasone[®] e o maior foi de 4,1 cm para o Fillcanal[®]. O escoamento do Endofill[®] foi de 2,6 cm.

SAVIOLI⁸⁹, seguindo a especificação número 57 da ADA⁴, examinou as relações existentes entre cada um dos componentes químicos do pó do cimento do tipo Grossman e as propriedades físicas: escoamento, tempo de endurecimento, estabilidade dimensional, solubilidade e desintegração, espessura do filme e radiopacidade. Para isso, aviaram-se sete fórmulas diferentes, iniciando-se com o óxido de zinco puro, acrescentando-se as seguintes

substâncias químicas: tetraborato de sódio anidro, resina natural, subcarbonato de bismuto, sulfato de bário e, por fim, o cimento cuja fórmula é exatamente a proposta por GROSSMAN⁴⁵. Segundo o autor, a resina natural é um excelente acelerador do tempo de endurecimento e responsável pelo aumento do escoamento, bem como pela expansão do cimento. O tetraborato de sódio é responsável pelo aumento da solubilidade e desintegração do cimento de óxido de zinco e eugenol. O subcarbonato de bismuto é muito superior ao sulfato de bário como agente radiopaco e, ainda, possibilita a obtenção de um cimento obturador de canais radiculares com menor alteração dimensional, menor solubilidade, bom escoamento, boa espessura do filme e tempo de endurecimento normal. Os cimentos que continham apenas o subcarbonato de bismuto ou somente o sulfato de bário como agente radiopaco, ou ainda esses dois elementos balanceados, em iguais proporções, apresentaram propriedades físicas que se enquadram nas exigências da especificação.

SILVA⁹⁶ pesquisou algumas propriedades físicas de cinco diferentes cimentos obturadores de canais radiculares do tipo Grossman (GROSSMAN FORP-USP, Grosscanal[®], Fillcanal[®], Endofill[®] e Inodon[®]). Observou que todos os cimentos estudados apresentaram escoamento dentro do padrão exigido pela especificação número 57 da ADA⁴. O autor observou também que todos os cimentos estudados apresentaram expansão, e o tempo de endurecimento variou de 14 minutos (Inodon[®]) a 3h e 35 minutos (Fillcanal[®]). Quanto ao tempo de trabalho, os cimentos Fillcanal[®] e Grosscanal[®] foram bem menores que os demais.

FIDEL³¹ estudou as propriedades físicas de alguns cimentos obturadores de canais radiculares contendo hidróxido de cálcio em suas fórmulas: Sealer 26[®], CRCS[®], Sealapex[®], Apexit[®] e um cimento experimental, o PR-Sealer. O cimento Fillcanal[®] foi pesquisado com o intuito de compará-lo com outros cimentos do mesmo tipo (CRCS[®] e PR-Sealer[®]). O teste do pH foi baseado no método empregado por HYDE⁵². Os demais testes foram realizados de acordo com a especificação número 57 da ADA⁴. Todos os cimentos testados apresentaram

escoamentos compatíveis com a especificação seguida. O cimento CRCS[®] foi o único a apresentar tempo de endurecimento de acordo com o informado pelo fabricante. O Sealapex[®] e o Sealer 26[®] apresentaram tempos de endurecimento longos, ou seja, 45 horas e 34 minutos para o primeiro e 41 horas e 22 minutos para o segundo. A maioria dos cimentos testados apresentou expansão e preencheu as normas da especificação. A exceção foi o Sealapex[®], que se desintegrou, impossibilitando a realização do teste. Todos os cimentos testados apresentaram-se com pH alcalino, não só imediatamente após a espatulação, como após decorrido o tempo de experimento.

OKSAN et al.⁷¹ investigaram a penetração de cimentos endodônticos nos túbulos dentinários através da utilização do microscópio eletrônico de varredura. Por meio desta metodologia, toda a superfície da parede dentinária pode ser examinada e caracterizada com riqueza de detalhes. Não só neste estudo, mas também em outros, foi observado que a smear layer se forma nas paredes dos canais radiculares após a instrumentação endodôntica e que a mesma funciona como uma barreira para a adaptação e penetração dos cimentos nos túbulos dentinários. Concluiu-se que com sua remoção a interface entre o cimento e a dentina aumenta, com a penetração do cimento nos túbulos dentinários, e a microinfiltração pode ser reduzida. A técnica de obturação empregada, o ângulo entre o túbulo e a parede dentinária, o diâmetro do túbulo e o tipo de cimento também são fatores que exercem influência na penetração dos cimentos nos túbulos dentinários. Relacionado a este último aspecto, os autores relataram que a composição química do cimento e suas características físicas, tais como a capacidade de escoamento, viscosidade e tamanho das partículas, podem afetar significativamente a capacidade destas substâncias de penetrarem no tecido dentinário.

KAZEMI, SAFAVI e SPANBERG⁵⁶ observaram a estabilidade dimensional dos seguintes cimentos: dois à base de óxido de zinco e eugenol, Lee Endofill[®], Endométhasone[®] e AH-26[®]. A degradação de um cimento pode resultar em lacunas e espaços vazios ao longo

das interfaces cimento-dentina ou cimento-guta-percha. Propriedades físico-químicas podem afetar a capacidade de selamento dos cimentos. Imediatamente após a manipulação, os cimentos foram colocados em seringas e injetados dentro de pipetas sob firme e constante pressão. Aproximadamente 40 minutos após, água deionizada foi acrescentada às pipetas e os níveis de água foram registrados periodicamente até 180 dias. A água foi removida das pipetas, as amostras secadas, e massa e volume dos cimentos mensurados. O AH-26[®] e o Lee Endofill[®] apresentaram expansão seguida por perda de volume. Os dois cimentos à base de óxido de zinco e eugenol iniciaram a contração dentro de horas após a mistura. A primeira perda volumétrica do AH-26[®] foi registrada durante os primeiros trinta dias. As menores alterações dimensionais em todos intervalos de tempo analisados foram observados para o Lee Endofill[®]. A contração final aos 180 dias foi significativamente menor para o AH-26[®] e para o Lee Endofill[®] do que aquelas observadas para o Endométhasone[®] e óxido de zinco e eugenol. Nenhuma perda de volume ou sinal de solubilidade foi observada no AH-26[®] durante o endurecimento, porém aos 180 dias alguma desintegração foi notada.

SOUSA NETO¹⁰⁴ analisou o efeito da adição de óleos vegetais (amêndoas doces, soja, milho e rícino) ao eugenol sobre as propriedades físico-químicas dos cimentos testados. Para a análise, usou-se a especificação número 57 da ADA⁴. Foram analisadas a viscosidade e o pH dos líquidos que seriam submetidos aos testes das propriedades físicas, verificando-se que a adição de óleos vegetais ao eugenol provoca aumento da viscosidade ao líquido, e este fator interfere nos resultados dos testes de escoamento e espessura do filme do cimento. O estudo das propriedades físico-químicas dos cimentos tipo Grossman obtidos a partir de um líquido composto de eugenol (5 partes) e óleos vegetais (1 parte) evidenciou que o escoamento, o tempo de trabalho, a espessura do filme e a solubilidade e desintegração apresentam valores acima daqueles aceitos pela especificação. A utilização apenas do eugenol para o preparo do

cimento tipo Grossman favorece a obtenção de um material com propriedades físico-químicas bem superiores às daquelas dos cimentos obtidos a partir da mistura de eugenol e óleos vegetais

SILVA et al.⁹⁷ estudaram as propriedades físicas de estabilidade dimensional, solubilidade e desintegração e radiopacidade dos cimentos de Grossman encontrados no mercado brasileiro (FORP-USP, GROSSMAN, Fillcanal[®], Endofill[®] e Inodon[®]). Usou-se, como guia, a especificação número 57 para materiais obturadores endodônticos da ADA⁴. Os resultados evidenciaram que todos os cimentos apresentaram expansão quando testadas as suas estabilidades dimensionais, e apresentaram solubilidade e desintegração maiores que 3 %, que é o limite máximo permitido pela American Dental Association. Observou-se ainda que os cimentos estudados apresentaram radiopacidades aceitáveis pela especificação.

O tempo de endurecimento foi determinado por KAPLOWITZ⁵⁵ para o cimento Kerr Pulp Canal Sealer[®] misturado com diferentes óleos essenciais. Foram três grupos de amostras: Grupo 1 com o líquido padrão do cimento (80 % de eugenol e 20 % de Bálsamo do Canadá), Grupo 2 com eugenol puro, e Grupo 3 com o líquido padrão (40 % de eugenol e 10 % de Bálsamo do Canadá) acrescido de óleo de terebintina retificado (50 %). Não houve diferença estatisticamente significativa no tempo de endurecimento entre os três grupos. A adição do óleo de terebintina retificado ao líquido do Kerr Pulp Canal Sealer[®] não demonstrou efeito significativo.

SAVIOLI, SILVA e PÉCORRA.⁹² examinaram a influência dos componentes químicos do cimento de Grossman em relação ao escoamento, o tempo de endurecimento e a espessura do filme. Os autores verificaram que a resina natural acelerava o tempo de endurecimento e era a responsável pelo escoamento. Impedia o tetraborato de sódio anidro de funcionar como retardador da reação química entre o óxido de zinco e o eugenol, o qual apenas conseguiu exercer tal função quando na ausência desta resina. Estipularam que, para se obter a espessura

preconizada pela especificação número 57 da ADA⁴, a proporção de mistura óxido de zinco e a resina natural era de 100 para 65.

Ainda em 1994, SAVIOLI et al.⁹³ analisaram a influência de cada componente químico do cimento de Grossman sobre as propriedades físicas de estabilidade dimensional, solubilidade e desintegração, e radiopacidade. Realizaram os experimentos de acordo com a especificação número 57 da ADA⁴. Observaram que a resina natural (breu) confere uma acentuada expansão e diminui a solubilidade do óxido de zinco e eugenol, ao passo que o tetraborato de sódio anidro aumenta significativamente a solubilidade e desintegração. Constataram também que o subcarbonato de bismuto é um excelente agente radiopaco.

VASSILIADIS, SKLAVOUNOS E STAVRIANOS¹¹³ avaliaram a penetração do cimento de Grossman em túbulos dentinários por meio de microscopia eletrônica de varredura. A smear layer não removida antes da obturação, não impediu a penetração do cimento nos túbulos dentinários. Diferentes profundidades de penetração do cimento foram observadas, as quais poderiam ser decorrentes de diferenças na mistura e na consistência do cimento, assim como na força empregada na condensação lateral.

SILVA et al.⁹⁸ investigaram os cimentos de marca FORP-USP, Grosscanal[®], Fillcanal[®], Endofill[®] e Inodon[®] quanto ao tempo de endurecimento e a espessura do filme. Os autores conseguiram, ao final, classificar os tempos de endurecimento dos cimentos em muito curto (Inodon[®] com 14 minutos) a extremamente longo (Fillcanal[®] com 3 horas e 35 minutos). Em relação à espessura, todos se apresentaram dentro da especificação número 57 da ADA⁴, exceção feita ao Inodon[®], que apresentou valores maiores do que os exigidos (70 micrômetros contra valores menores que 50 micrômetros como exigência máxima).

SILVA et al.⁹⁹ continuaram seu estudo citado anteriormente com os mesmos cimentos ora utilizados, só que analisando o escoamento e o tempo de trabalho. Para a realização deste trabalho, usou-se a mesma especificação. Todos os cimentos estudados apresentaram

escoamento compatível com a especificação seguida, com valores que variaram de 27 a 42 mm. Quanto aos seus tempos de trabalho, os cimentos não puderam ser enquadrados nas exigências da ADA, pois os seus fabricantes nada informam a esse respeito. Os tempos de trabalho aferidos variaram de 4 a 6 minutos, sendo que os menores valores foram apresentados pelos cimentos Grosscanal[®] e Fillcanal[®].

SAVIOLI et al.⁹⁰ estudaram a influência de cada componente químico do cimento proposto por GROSSMAN⁴⁵ sobre a relação pó / líquido e o tempo de espatulação obtidos para atingir a consistência clínica ideal. Para se avaliar qual a influência que cada componente do pó do cimento tem sobre a relação pó / líquido, aviaram-se sete fórmulas diferentes, acrescentando-se ao óxido de zinco puro os demais componentes da fórmula. Observou-se que o tempo de espatulação necessário para que o cimento atinja a consistência desejada está diretamente relacionado à quantidade de pó utilizada, e que o tempo de espatulação está inversamente relacionado à quantidade de óxido de zinco presente na fórmula.

Comparando selamento apical, pH e escoamento dos cimentos à base de hidróxido de cálcio Sealapex[®], Sealer 26[®] e Apexit[®] com o cimento de Grossman Fillcanal[®], SIQUEIRA Jr, FRAGA E GARCIA⁹⁹ concluíram que estes cimentos apresentam propriedades físico-químicas aceitáveis quando comparados com os cimentos à base de óxido de zinco e eugenol comumente usados na endodontia. Os resultados revelaram que o selamento apical promovido pelo cimento de Grossman é satisfatório, pois não houve diferença estatisticamente significativa entre os quatro cimentos. Todos os cimentos à base de hidróxido de cálcio apresentaram pH alcalino. O Sealer 26[®] demonstrou escoamento significativamente superior quando comparado aos outros cimentos, enquanto o Sealapex[®] o menor.

FACHIN, SPERB e KOHLER³⁰ averiguaram a capacidade seladora dos cimentos endodônticos Fillcanal[®], Sealer 26[®] e N-Rickert[®], em dentes obturados pela técnica de condensação lateral da guta-percha. Utilizaram como agente identificador da infiltração marginal apical tinta nanquim, na qual os dentes ficaram imersos por 72 horas. A seguir, realizou-se a diafanização de todos os dentes. Os resultados evidenciaram níveis menores de infiltração quando o cimento Fillcanal[®] foi utilizado, seguido pelo cimento N-Rickert[®] e Sealer 26[®], apresentando diferença significativa entre os grupos.

FIDEL et al.³⁵, em 1995, identificaram o pH dos cimentos endodônticos Sealer 26[®], Apexit[®], CRCS[®] e Sealapex[®], todos contendo hidróxido de cálcio em suas fórmulas. Para isso, foram elaborados corpos de prova que foram armazenados durante uma semana, em frascos contendo 50 ml de água destilada e deionizada. Em seguida, os valores de pH foram determinados. Todos os cimentos testados apresentaram pH alcalino. O Sealapex[®] revelou pH mais alcalino no momento da espatulação. O Sealapex[®] e o Sealer 26[®] mostraram valores inversamente proporcionais durante o experimento, ou seja, a medida que transcorria o tempo, diminuam os valores do pH. O CRCS[®] e o Apexit[®] demonstraram valores de pH entre 10 e 11 durante todo o tempo do experimento.

Ainda neste mesmo ano, FIDEL et al.³³, usando os cimentos citados no parágrafo acima mais o PR-Sealer (cimento desenvolvido no laboratório de pesquisa em Endodontia da FORP-USP), analisaram as suas alterações dimensionais e obtiveram como resultado ligeira expansão de todos os cimentos, exceção feita ao Sealapex[®], o qual não resistiu ao experimento e sofreu desintegração total do corpo de prova. Os maiores índices de expansão foram encontrados com o PC-Sealer e os menores com o Sealer 26[®]. Os testes seguiram a especificação número 57 da ADA⁴.

Usando os cimentos de nome comercial Apexit[®], Sealapex[®], CRCS[®] e Sealer26[®], FIDEL et al.³⁴ pesquisaram o tempo de endurecimento desses materiais. Os resultados obtidos foram de 23 minutos para o CRCS[®], 1 hora e 30 minutos para o Apexit[®], 41 horas e 22 minutos para o Sealer 26[®] e 45 horas e 34 minutos para o Sealapex[®]. Concluíram que o cimento CRCS[®], um cimento à base de óxido de zinco e eugenol e do tipo Grossman modificado, foi o único a apresentar tempo de endurecimento de acordo com o informado pelo fabricante, sendo singular na condição de preencher a especificação número 57 da ADA⁴.

YARED e BOU DAGHER¹²⁰ compararam a influência de três diferentes cimentos (Kerr Pulp Canal Sealer[®], Roth 801[®] e AH 26[®]) na qualidade do selamento apical na condensação vertical da guta-percha. O cimento Kerr Pulp Canal Sealer[®] foi significativamente melhor que os outros dois cimentos, mas a principal conclusão dos autores foi que tem sido demonstrado que alterações dimensionais variam entre diferentes cimentos endodônticos, concordando com outros autores¹¹⁸. E que estas alterações podem afetar a qualidade apical das obturações do sistema de canais radiculares. Sugerem que estudos adicionais sejam realizados para avaliar alterações volumétricas a longo prazo, assim como grau e padrão de microinfiltração dos diferentes cimentos. O grau de correlação entre as alterações volumétricas e a qualidade do selamento apical também deveria ser avaliado.

SALAZAR SILVA, ANTONIAZZI e LAGE MARQUES⁸⁴ estudaram o escoamento, tempo de trabalho, espessura do filme e radiopacidade dos cimentos Endobalsam[®] e N-Rickert[®], utilizando a metodologia proposta pela norma número 57 da ADA⁴. Quanto ao escoamento, os autores relataram que o Endobalsam[®] apresentou valor de 46 mm e o N-Rickert[®] de 44 mm. O Endobalsam[®] mostrou tempo de trabalho de 5 minutos e o N-Rickert[®] de 5 min. 30 segundos.

SEN, PISKIN e BARAN⁹⁵ realizaram um estudo com o objetivo de comparar a microinfiltração de um novo cimento endodôntico (Ketac-Endo[®]) com outros três convencionais (Diaket[®], Endométhasonc[®] e CRCS[®]). E além disso, investigar a relação entre microinfiltração e penetração tubular dos cimentos. Assim, uma relação inversa foi encontrada, ou seja, quando a penetração tubular aumentou, a microinfiltração pareceu diminuir, mas essa correlação não foi estatisticamente significativa. Somente o Diaket[®] pareceu preencher os túbulos dentinários de forma homogênea, demonstrando a menor microinfiltração. O Ketac-Endo[®] demonstrou a menor penetração. Os achados obtidos sugerem que a integridade física da matriz do cimento também pode ser importante em promover resistência à infiltração.

ALMEIDA, SANTOS ANTONIO e MOURA² investigaram o tempo de endurecimento inicial e final de quatro tipos de cimentos obturadores de canais radiculares, N-Rickert[®], AH26[®], Sealapex[®] e Ketac-Endo[®]. O tempo de endurecimento foi avaliado seguindo a especificação número 57 da ADA⁴. De acordo com os dados obtidos, os autores concluíram que o cimento N-Rickert[®]

apresentou o menor tempo de endurecimento inicial e final (15 e 42 minutos respectivamente), seguido pelo Ketac-endo[®] e o AH26[®]. O maior tempo de endurecimento foi o do Sealapex[®].

PÉCORA et al.⁷⁷ avaliaram a influência do tamanho das partículas do pó sobre o escoamento dos cimentos de Grossman. Foram testados cimentos cujos pós foram obtidos a partir das malhas 60, 100 e 150. Para o estudo, utilizou-se a especificação número 57 da ADA⁴. Todos os cimentos apresentaram escoamento compatível com a especificação seguida, sendo que o cimento obtido com a malha 150 mostrou o maior escoamento (39mm), com diferença estatística ao nível de 5 %, e os cimentos obtidos com as malhas 60 e 100 demonstraram escoamentos iguais, de 37 mm.

SOUSA-NETO¹⁰⁵ analisou o efeito da adição de diferentes tipos de breus e resinas hidrogenadas ao pó do cimento de Grossman sobre as seguintes propriedades físico-químicas: escoamento, tempo de endurecimento, estabilidade dimensional, solubilidade e desintegração, espessura do filme e adesividade. Os experimentos foram realizados de acordo com a especificação número 57 para materiais obturadores de canais radiculares da ADA⁴, à exceção dos testes de adesividade, que foram realizados utilizando uma máquina de tração universal. Para esta análise, foram avaliados pós do cimento de Grossman com diferentes tipos de breus (X, WW e WG) e resinas hidrogenadas (Stabylite e Stabylite éster 10). Foram analisados a condutividade elétrica e o pH dos diferentes tipos de breus e resinas hidrogenadas que foram submetidos aos testes das propriedades físico-químicas, verificando que o pH mais ácido acelera a reação de endurecimento e que a condutividade elétrica influencia nos teste de estabilidade dimensional, solubilidade e desintegração, e adesividade. Os estudos das propriedades físico-químicas dos cimentos tipo Grossman obtidos a partir da resina hidrogenada Stabylite e Stabylite éster 10 mostraram que a solubilidade e desintegração, e a estabilidade dimensional apresentaram valores acima daqueles aceitos pela especificação. A utilização do breu tipo X e do tipo WG na composição do pó favoreceram a obtenção de um material com propriedades físico-químicas bem superiores àquelas obtidas a partir do breu tipo WW e resinas hidrogenadas Stabylite e Stabylite éster 10.

PÉCORA et al.⁷⁸ verificaram a influência do tamanho das partículas do pó sobre o tempo de endurecimento dos cimentos de Grossman. Foram testados cimentos cujos pós foram obtidos a partir das malhas 60, 100 e 150. Para o estudo, utilizou-se a especificação número 57 da ADA⁴. O cimento obtido a partir da malha 150 apresentou o maior tempo de endurecimento (22 minutos), significante ao nível de 1 % quando comparado com os cimentos obtidos a partir das malhas 60 e malha 100 (17 minutos).

ANUSAVICE⁶ publicou que a resistência do cimento de óxido de zinco e eugenol é inversamente proporcional ao tamanho da partícula do pó.

SOUSA-NETO et al.¹⁰⁸ estudaram o efeito de diferentes tipos de breus e resinas hidrogenadas sobre a proporção pó / líquido dos cimentos tipo Grossman. Para esta análise foram preparados diferentes pós do cimento de Grossman utilizando os breus do tipo X, WW e WG e as resinas hidrogenadas Staybelite e Staybelite ester 10. Os autores firmaram que os cimentos obtidos com as resinas hidrogenadas necessitaram de uma maior quantidade de pó para obter a consistência ideal recomendada por GROSSMAN⁴⁵. Esta conclusão pode ser explicada da seguinte forma: a) as resinas hidrogenadas apresentam menor característica inorgânica, o que propicia sua rápida dissolução no eugenol permitindo uma maior incorporação de pó; b) com um pH menos ácido, ou seja, mais alto, a reação entre o óxido de zinco e o eugenol ocorre mais lentamente, também favorecendo uma maior incorporação de pó ao líquido. Os resultados igualmente permitiram estabelecer que a proporção pó / líquido afeta as características físicas dos cimentos, sendo assim fundamental a sua correta determinação para cada cimento submetido ao estudo das propriedades físicas.

HUANG e KAO⁵¹ realizaram um experimento comparando o pH após a mistura em vários intervalos de tempo (1 e 24h, 5 e 8 dias, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 semanas) de três diferentes cimentos: Canals[®] (à base de óxido de zinco e eugenol), Pulp Canal Sealer[®] (à base de hidróxido de cálcio) e AH26[®] (resinoso). Os níveis de pH variaram nos 10 diferentes tempos. O cimento à base de hidróxido de cálcio mostrou a maior alcalinidade, enquanto o resinoso o pH mais ácido. O cimento à base de óxido-eugenol apresentou um pH similar ao cimento à base de hidróxido de cálcio no final do experimento. O pH do cimento à base de óxido de zinco e eugenol aumentou com o tempo até 3 semanas e diminuiu desse período até a sétima semana. Provavelmente o cimento ácido é degradado pela aceleração na remoção de íons devido ao baixo pH. A resposta a um pH específico depende de como os íons metálicos estão firmemente estruturados no cimento. Entretanto, a reação de endurecimento do cimento à base de eugenol é reversível e sua degradação envolve uma perda gradual de eugenol e hidrólise da

matriz de eugenolato de zinco, causando a reversão do cimento em óxido de zinco. Vários estudos demonstraram que a maioria dos cimentos mostram uma baixa solubilidade em água destilada e que a redução no pH pode produzir um crescimento marcante nessa solubilidade.

ONO e MATSUMOTO⁷² pesquisaram o novo cimento CH61[®] (óxido de zinco e eugenol com hidróxido de cálcio) em suas propriedades de selamento, escoamento, radiopacidade, tempo de trabalho e solubilidade. Este cimento foi comparado com os cimentos de marcas comerciais Canals[®], Sealapex[®] e AH26[®]. Os autores concluíram que o CH61[®] é um cimento de excelentes propriedades de selamento e baixa solubilidade. Quanto ao escoamento o cimento Canals[®] (à base de óxido de zinco) demonstrou o maior diâmetro em milímetros, com diferenças estatisticamente significantes em relação aos outros cimentos, os quais não mostraram diferenças entre eles. No que diz respeito à radiopacidade a ordem decrescente foi: AH 26[®], Canals[®], CH61[®] e Sealapex[®]. Quanto ao tempo de trabalho o AH 26[®] foi significativamente superior, não havendo diferença entre o CH61[®] e o Canals[®].

SAVIOLI⁸⁸ avaliou o comportamento de quatro cimentos endodônticos à base de óxido de zinco e eugenol (Fillcanal[®], N-Rickert[®], Endométhasone[®] e Endométhasone Ivory[®]) frente às propriedades físico-químicas de escoamento, tempo de endurecimento, alteração dimensional, solubilidade e desintegração, espessura do filme, radiopacidade e pH. Os experimentos foram realizados de acordo com a especificação número 57 da ADA⁴, com exceção da avaliação do pH, que seguiu o método preconizado por Hyde⁵². O cimento Fillcanal[®] foi o material que permitiu maior incorporação de pó a um mesmo volume de líquido, enquanto o N-Rickert[®] a menor. Os cimentos Endométhasone[®] e Endométhasone Ivory[®] possibilitaram incorporar quantidades de pó estatisticamente iguais entre si e ficaram em posição intermediária neste trabalho. O N-Rickert[®] apresentou o maior escoamento (40 mm), seguido pelo Fillcanal[®] (38 mm) e o Endométhasone Ivory[®] (25 mm), quando o Endométhasone[®] revelou escoamento inferior (23 mm) ao limite mínimo exigido pela

especificação seguida (25 mm). A variação do tempo de endurecimento foi grande, 14'22" para o N-Rickert[®] e 112'25" para o Endométhasone Ivory[®], ficando o Fillcanal[®] e o Endométhasone[®] com os tempos intermediários de 31'77" e 61'45" respectivamente. Todos os cimentos estudados mostraram expansão, sendo que o N-Rickert[®] evidenciou a menor alteração dimensional. O N-Rickert[®] revelou valores de pH acima de oito, mas os demais também proporcionaram valores próximos ao neutro.

SOUSA-NETO et al.¹⁰⁶ analisaram o efeito de diferentes tipos de breus e resinas hidrogenadas sobre o tempo de endurecimento dos cimentos tipo Grossman. O método utilizado foi o proposto pela especificação número 57 da ADA⁴. Os resultados evidenciaram que de diferentes tipos de breus e resinas hidrogenadas influenciam no tempo de endurecimento dos cimentos testados. Quanto mais ácido o pH do breu, mais rápida a reação de endurecimento. A resina hidrogenada, obtida do processo de hidrogenação, tem o pH mais alto, provocando um aumento do tempo de endurecimento do cimento em relação aos breus tipo X, WW e WG, que têm pH mais ácido. Desta forma o tempo de endurecimento seguiu a ordem crescente: breu WW, breu WG, breu X, resina hidrogenada staybilité 10 e resina hidrogenada staybilité.

SOUSA-NETO et al.¹⁰⁷ investigaram a consequência da adição de diferentes tipos de breus (X, WW e WG) e resinas hidrogenadas (Staybelite e Staybelite Ester 10) nas propriedades de alteração dimensional e solubilidade e desintegração. Os resultados revelaram que os cimentos obtidos com os pós contendo resina hidrogenada apresentaram valores de contração excedentes a especificação número 57 da ADA⁴. E os cimentos conseguidos com os pós contendo breus de diferentes tipos sofreram expansão. A especificação seguida estabelecia que a contração máxima permitida era de 1 %, mas não indicava o quanto o cimento poderia expandir. Os autores consideraram que uma leve expansão é preferível a uma leve contração, porque esta provocará uma pobre adaptação do cimento às paredes do canal,

favorecendo a infiltração marginal de fluidos. Quanto à solubilidade e desintegração, os cimentos obtidos com o breu do tipo WG revelaram os menores valores, seguidos dos alcançados com o breu do tipo X.

SAVIOLI, SILVA e PÉCORA⁹¹ analisaram o escoamento dos cimentos Endométhasone[®], Endométhasone Ivory[®] (Séptodont), Filcanal[®] (Dermo Lab LTDA) e N-Rickert[®] (Botica Veado D'Ouro), seguindo a especificação número 57 da ADA⁴. Os resultados mostraram que o cimento N-Rickert[®] apresentou o maior escoamento (40 mm), seguido pelo Filcanal[®] (38 mm) e pelo Endométhasone Ivory[®] (25 mm). O cimento Endométhasone[®] apresentou escoamento de 23 mm, inferior ao limite mínimo permitido pela especificação de 1984 (25 mm). Os autores consideraram que o baixo escoamento dos dois últimos cimentos provavelmente deve-se à falta de resina natural na composição dos seus pós, de acordo com os achados de GROSSMAN⁴⁹ e SAVIOLI⁸⁹, de que a adição de resina natural (breu) aumenta a plasticidade do cimento, favorecendo o escoamento.

Em 2000, VERARDI¹¹⁴ avaliou comparativamente algumas propriedades físicas dos cimentos N-Rickert[®] e Endofill[®] com um cimento que denominou de híbrido (derivado das porções de pó do primeiro e líquido do segundo) quanto às propriedades de selamento marginal apical, escoamento, tempo de trabalho, espessura da película e radiopacidade. Os resultados mostraram melhor selamento apical e maior valor de escoamento para o cimento híbrido. O Endofill[®] apresentou o maior tempo de trabalho e foi o único cimento que cumpriu a especificação quanto à espessura da película.

MENDONÇA et al.⁶² realizaram um estudo onde estimaram os efeitos do eugenol envelhecido nas propriedades de escoamento, tempo de endurecimento e adesividade do Cimento de Grossman, seguindo a especificação número 57 da ADA⁴. O pó utilizado foi o obtido da fórmula proposta por Grossman⁴⁵. Para este estudo, o eugenol foi submetido ao envelhecimento, ficando exposto à luz ambiente, perto à janela, por 30, 60, 90, 120, 150 e 180

dias, simulando o ambiente da prática dentária. As proporções pó / líquido e os tempos de espatulação foram obtidos como descrito por Souza-Neto¹⁰⁵. Todos os cimentos apresentaram um escoamento compatível com a especificação seguida. Entretanto, o escoamento aumenta após 120 dias de exposição do eugenol, com o possível decréscimo da viscosidade devido à oxidação. Com o envelhecimento do eugenol, o pH torna-se mais ácido, acelerando a reação entre este líquido e o óxido de zinco, diminuindo o seu tempo de endurecimento.

SIQUEIRA et al.¹⁰⁰ investigaram e compararam os efeitos antimicrobianos e o escoamento dos seguintes cimentos: Kerr Pulp Canal Sealer[®], Fillcanal[®], Thermaseal[®], Sealer 26[®], AH Plus[®] e Sealer Plus[®]. O teste de escoamento foi conduzido como descrito previamente por BENATTI et al.¹⁰ e SIQUEIRA et al.¹⁰¹. Cada amostra foi colocada entre duas placas de vidro, e sobre elas um peso de 500 gramas. Em seguida, três diâmetros dos discos foram mensurados e a média aritmética calculada. Seis amostras de cada cimento foram avaliadas. Os cimentos AH Plus[®] (4,6 cm) e o Kerr Pulp Canal Sealer[®] (4,2 cm) tiveram valores estatisticamente superiores aos outros cimentos testados. O Fillcanal[®] obteve um escoamento de 3,5 cm, o mesmo do Sealer Plus[®]. Para o Sealer 26[®] e o Thermaseal[®] foi de 3,7 cm. Todos atenderam as condições exigidas pelo estudo. Cimentos que possuem ótima propriedade de escoamento e propriedades antimicrobianas podem teoricamente auxiliar na eliminação dos microrganismos localizados em áreas confinadas do sistema de canais radiculares.

FUSS et al.³⁹ pesquisaram as propriedades antibacterianas e a dureza de três cimentos endodônticos: Roth's[®], CRCS[®] e AH 26[®], misturados em quatro diferentes consistências. A razão para tal estudo foi a observação de que os cimentos endodônticos devem ser manipulados de acordo com as recomendações dos fabricantes, mas que os mesmos não fornecem a exata proporção pó / líquido, permitindo assim consistências diferentes. Através dos resultados, concluiu-se que os cimentos endodônticos podem apresentar diferentes

propriedades físicas e antibacterianas de acordo com a consistência da mistura. Os autores afirmaram que se todas as consistências usadas no estudo são clinicamente aceitáveis, parece que a consistência mais fluida é vantajosa visto que apresenta melhor ação antibacteriana. Entretanto, esta consistência menos dura pode ser mais solúvel. São necessárias adicionais avaliações laboratoriais e clínicas para determinar a melhor consistência de cada cimento. Acrescentaram que, baseados neste estudo, os fabricantes devem especificar a proporção pó / líquido exata para cada cimento mostrar as suas melhores características.

Para SOARES e GOLDBERG¹⁰³, a obturação é o coroamento do tratamento endodôntico, é o retrato da endodontia. Consideram que todos os cimentos endodônticos reconhecidos como adequados, científica e clinicamente, possuem certo grau de toxicidade quando em contato com os tecidos apicais e periapicais. Da mesma forma, quase todas as publicações indicam que, com o correr do tempo, essa irritação diminui consideravelmente. Um cimento poderá ser empregado em todos os casos, mas em certas circunstâncias, seria mais fácil, e talvez se alcançasse uma obturação de melhor qualidade, utilizando um cimento apropriado às condições clínicas do dente em tratamento. Assim, na realidade, quando se escolhe um cimento endodôntico, deve-se fazê-lo pensando em aproveitar suas características físico-químicas.

FIDEL³², verificou o escoamento, tempo de trabalho, tempo de endurecimento, solubilidade e desintegração, e estabilidade dimensional dos cimentos Sealer 26[®], AH Plus[®], Sealapex[®] e Endofill[®]. Os resultados mostraram que todos os cimentos estudados apresentaram escoamento compatível com a especificação número 57 da ADA⁴. O Sealer 26[®] e o Sealapex[®] demonstraram tempos de endurecimento longos. A maioria dos cimentos apresentou expansão, mas preenchendo as normas da especificação seguida. A exceção foi o Sealapex[®] que se desintegrou impossibilitando o teste.

NASSRI et al.⁶⁸ realizaram uma pesquisa cujo objetivo foi analisar a influência de diferentes operadores nas propriedades físico-químicas do cimento de Grossman: proporção pó / líquido, tempo de espatulação e escoamento. Utilizaram para o mesmo a especificação número 57 da ADA⁴ de 1984. Os resultados evidenciaram haver diferença estatística entre os diferentes operadores, quando avaliadas as propriedades. Acreditam os autores que as diferenças na relação pó / líquido possam ser oriundas de diferentes velocidades de adição do pó ao líquido, diferentes tempos de espatulação, pressão da espátula sobre a placa, características também citadas por DE DEUS²⁷ como fatores que levam à variação da proporção pó / líquido. Em relação ao tempo de espatulação, as diferenças podem ser por variação do modo como cada operador espatula, diferindo dos achados de SAVIOLI⁸⁹, que mostrou uma relação diretamente proporcional do tempo de espatulação com a quantidade de pó utilizada, quando espatulado pelo mesmo operador. Os operadores que apresentaram proporções pó / líquido iguais tiveram tempos de espatulação diferentes, e o operador que obteve a maior proporção pó / líquido não apresentou o maior tempo de espatulação, o mesmo não ocorrendo com o operador que apresentou a menor proporção. Quanto ao escoamento, também não houve correlação, o que leva à necessidade de uma orientação segura para que a relação pó / líquido não interfira nas propriedades físico-químicas.

O estudo de ØRSTAVIK, NORDAHL e TIBBALLS⁷⁴ foi planejado para avaliar um método proposto pela ISO 6876 (1999) para medir alterações dimensionais de cimentos endodônticos, e também para determinar essas alterações de onze diferentes tipos de cimentos comercialmente disponíveis, após prolongado armazenamento em água (48 semanas). A especificação determina que a contração não pode ser maior que 1 % e a expansão não pode ser maior que 0,1 %. A metodologia determinou adequadamente alterações dimensionais excedendo $\pm 0,2$ %, dos doze espécimes de 12 mm. A precisão do método não foi suficiente para detectar o limite máximo de expansão de 0,1 %. A maioria dos cimentos mostrou as

maiores alterações nas primeiras 4 semanas. O Sealapex[®] não pôde ser avaliado pelo teste, porque suas amostras sofreram desintegração, achado semelhante aos de HYDE⁵² e FIDEL³¹. Os cimentos à base de óxido de zinco e eugenol Tubli-Seal[®], Pulp Canal Sealer[®] e Cimento de Grossman demonstraram contração de 0,3 % (Tubli-Seal[®]) a 1 % (PCS). Contrariamente, o Procosol[®] mostrou demasiada expansão de 4,5 % após 4 semanas, aumentando para mais de 6 % durante subsequente armazenamento. Cimentos obturadores com um baixo volume e leve expansão podem oferecer vantagens, enquanto penetração bacteriana pode ser uma real ameaça para cimentos que demonstram contração, mesmo tão pouco quanto 1 %.

ALLAN, WALTON e SCHAFFER¹ relataram que o tempo de endurecimento dos cimentos endodônticos tem sido investigado, porém sob uma variedade de condições in vitro. Entretanto, não foi determinado se uma dessas técnicas avalia de forma adequada esta propriedade, particularmente numa situação clínica. Realizaram então um estudo com os seguintes propósitos: avaliar os tempos de endurecimento de quatro cimentos endodônticos (AH 26[®], Sealapex[®], Tubli-seal[®] e Roth's[®]) e comparar esses tempos sob as condições in vitro e clínica simulada. Concluíram que os cimentos, em especial o Roth's[®], endurecem mais lentamente sob as condições clínicas simuladas (dentes extraídos) do que nas testadas in vitro (placa de vidro).

PÉCORA et al.⁷⁶ julgaram a importância da correta manipulação dos cimentos à base de óxido de zinco e eugenol, correlacionando-a com o escoamento e a conseqüente obturação do sistema de canais radiculares. Vinte e quatro caninos foram instrumentados e tiveram canais laterais artificiais confeccionados. Os dentes foram divididos em grupos aleatórios e obturados com Endométhasone[®] ou Cimento de Grossman, em uma consistência ideal e outra incorreta (com excesso de eugenol). Após a obturação os dentes foram radiografados e avaliados quanto ao número de canais laterais obturados. A análise estatística demonstrou maior capacidade do Cimento de Grossman corretamente manipulado em obturar os canais

laterais. Concluiu-se que o escoamento de um cimento, bem como sua correta manipulação, são extremamente importantes para a obturação satisfatória do sistema de canais radiculares.

DE DEUS et al.²⁶ realizaram um experimento para avaliar a capacidade de penetração intratubular de diferentes cimentos endodônticos (Endofill[®], Sealapex[®], AH Plus[®] e Kerr Pulp Canal Sealer[®]). Foram utilizados 72 incisivos centrais devidamente instrumentados e obturados. Após duas semanas da obturação, as raízes foram seccionadas no sentido mésio-distal e analisadas ao microscópio eletrônico de varredura (MEV). Através da imagem formada pelo feixe do MEV, pode-se observar o escoamento do cimento nos túbulos dentinários patentes. Foram mensurados os prolongamentos dos cimentos endodônticos para o interior dos túbulos. O cimento Kerr Pulp Canal Sealer[®] apresentou a maior capacidade de penetração nos túbulos dentinários, ficando os piores resultados para o Sealapex[®]. Os cimentos AH Plus[®] e Endofill[®] obtiveram resultados de penetrabilidade intermediários. Os autores acreditam que a composição química do cimento e suas características físicas, como a capacidade de escoamento, viscosidade e o tamanho das partículas devam exercer influência significativa na capacidade destas substâncias penetrarem no tecido dentinário. Também consideram como fatores determinantes a técnica de obturação empregada, o diâmetro do túbulo dentinário, e o ângulo entre a parede dentinária e o túbulo.

CARVALHO-JÚNIOR et al.²¹, averiguaram o comportamento do cimento à base de ionômero de vidro Ketac-Endo[®] comparando com os cimentos Endofill[®] (óxido de zinco e eugenol), N-Rickert[®] (cimento de Rickert acrescido de delta-hidro cortisona) e Sealer 26[®] (hidróxido de cálcio), em relação às propriedades de estabilidade dimensional e solubilidade e desintegração, com base na especificação número 57 da ADA⁴ de 1984. Os resultados para estabilidade dimensional foram: Endofill[®] (+ 0,14), Ketac-Endo[®] (- 0,24), N-Rickert[®] (+ 0,23) e Sealer 26[®] (+ 3,26). Todos os cimentos ficaram de acordo com a especificação, que recomendava que o cimento não deveria apresentar contração maior que 1 %, sendo que

apenas o Ketac-Endo[®] apresentou pequena contração. O Endofill[®] e o N-Rickert[®] não apresentaram diferenças estatísticas, provavelmente pela presença de breu em suas fórmulas, responsável pela expansão do cimento, de acordo com SOUZA-NETO et al.¹⁰⁷. Quanto à solubilidade e desintegração, o Endofill[®] e o Ketac-Endo[®] mostraram valores mais altos que os aceitos pelas normas. O Sealer 26[®] mostrou os valores mais baixos. Os autores concluíram que obturar o SCR com um cimento que apresente baixa desintegração e baixa contração pode minimizar a penetração de fluidos para o interior dos canais, promovendo assim um selamento hermético.

KAPLAN et al.⁵⁴ tiveram como objetivo determinar e relacionar o escoamento e as reações dos tecidos subcutâneos de ratos em resposta a cinco cimentos endodônticos: Procosol[®] (óxido de zinco e eugenol), Endométhasone[®] (óxido de zinco e eugenol-esteróide), AH26[®] (resinoso), Sealapex[®] (hidróxido de cálcio) e Endion[®] (ionômero de vidro). Para os autores existe pouca informação de como escoamento e biocompatibilidade podem estar relacionados. Na avaliação imediata pós-mistura, o maior escoamento foi o obtido pelo Sealapex[®], o qual não variou com o tempo, seguido pelo Endométhasone[®], AH26[®], Endion[®] e Procosol[®]. O AH26[®] aumentou significativamente aos 15 e levemente aos 60 minutos. Os escoamentos do Endion[®], do Endométhasone[®] e do Procosol[®] aumentaram aos 15 e permaneceram inalterados aos 60 minutos. Formaram-se 4 grupos homogêneos: Procosol[®] e Endométhasone[®] não apresentaram diferença, enquanto houve diferença entre estes e os outros cimentos. A estatística demonstrou que o material, o tempo e sua interação tiveram um efeito significativo. As medidas histomorfométricas revelaram que o tamanho da reação inflamatória foi maior para o Procosol[®] e o Endion[®] e foi menor para os outros 3 cimentos. A pesquisa demonstrou diferenças no comportamento dos materiais e que o escoamento de um cimento não está correlacionado com o grau de resposta inflamatória.

GRANEIRO et al.⁴² apresentaram um trabalho onde avaliaram o comportamento de cinco cimentos endodônticos (Endofil[®], Intrafil[®], Cimento de Rickert[®], Pulp-Fill[®] e Target[®]) frente às propriedades físico-químicas de escoamento, tempo de trabalho e tempo de endurecimento, de acordo com a especificação número 57 da ADA⁵. Frente aos resultados, o Target[®] foi o que apresentou os melhores resultados, como o tempo de endurecimento, sendo que não houve diferença estatística significativa entre o mesmo e o Intrafil[®] nas propriedades de escoamento e tempo de trabalho.

Mc MICHEN et al.⁶⁵ compararam as propriedades físicas de escoamento, tempo de endurecimento, tempo de trabalho, solubilidade e espessura do filme de cinco cimentos: Roth 801[®] (óxido de zinco e eugenol), Tubli-Seal EWT[®] (óxido de zinco modificado, pasta / pasta), AH Plus[®] (resinoso), Apexit[®] (hidróxido de cálcio) e Endion[®] (ionômero de vidro). Concordando com ØRSTAVIK et al.⁷³, afirmam que embora os cimentos sejam coadjuvantes na obturação do sistema de canais radiculares, tem sido demonstrado sua importante influência no sucesso do tratamento endodôntico. Neste estudo todos os cimentos exibiram escoamento similar. Segundo UHRICH et al.¹¹², a maioria dos cimentos é pseudo-plástica, de tal modo que sua viscosidade é reduzida e o escoamento aumenta quando a força de cisalhamento aumenta durante a compactação. Todos os cimentos apresentaram tempo de trabalho maior que 50 minutos, na seguinte ordem crescente: Endion[®] < Roth 801[®] < Apexit[®] < Tubliseal EWT[®] = AH Plus[®]. Não existe um tempo de trabalho ideal estipulado, mas clinicamente deve ser longo o suficiente para permitir colocação e ajuste da obturação. O tempo de endurecimento do Roth 801[®] excedeu o recomendado sob as condições do teste, mas provavelmente porque o volume do cimento foi muito maior que o utilizado clinicamente. O resto ficou na seguinte ordem crescente: Tubliseal EWT[®] (70') < Endion[®] (80') < Apexit[®] (95') < AH Plus[®] (8h20'). Os autores concluíram que os cimentos testados

demonstraram escoamento, tempo de trabalho e endurecimento comparáveis e aceitáveis, como recomendado pela especificação Britânica número 6934 de 1988.

SPANGBERG¹⁰⁹ afirmou que o óxido de zinco é um componente valioso do cimento endodôntico. É efetivo como agente antimicrobiano e tem demonstrado oferecer citoproteção às células teciduais.

SUNDQVIST e FIGDOR¹¹⁰ declararam que a terapia endodôntica deve ser baseada no princípio de que o tratamento do canal radicular infectado seja direcionado para a eliminação de microrganismos antes da obturação. Tem sido defendido que o material de obturação deveria ter propriedades antibacterianas. Entretanto, isso é contraproducente, já que a atividade antibacteriana invariavelmente está combinada com a citotoxicidade aos tecidos do hospedeiro, a qual tem potencial para prejudicar a cicatrização periapical pós-operatória.

EVCIL e ÇOLAK²⁹, utilizando metodologia similar ao estudo de GORDON e ALEXANDER⁴¹, analisaram as alterações do pH dos cimentos Apexit[®], N2[®], Sealapex[®] e Cimento de Grossman, nos intervalos de tempo de 1 e 4h, 1, 2 e 3 dias, 1 e 4 semanas. Os autores concluíram que as diferenças iniciais do pH entre os cimentos avaliados desapareceram após um curto período de tempo, até não haver diferenças significantes após 4 semanas.

CAMPS et al.²⁰ investigaram os efeitos da modificação da proporção pó / líquido nas propriedades físicas recomendadas pela ISO 6876 (2001), assim como outras relevantes propriedades clínicas de dois cimentos à base de óxido de zinco e eugenol disponíveis comercialmente: Pulp Canal Sealer EWT[®] e Cortisomol[®]. Concluíram que variações na proporção pó / líquido têm uma limitada influência nas propriedades, variando de acordo com a marca do cimento. Somente três propriedades foram igualmente alteradas com o aumento da proporção pó / líquido: o escoamento diminuiu em 25 %, a radiopacidade aumentou em 40 %, e a quantidade de eugenol liberada diminuiu em 50 %. Não houve influência sobre as

alterações dimensionais, nem sobre o selamento apical. Consideraram que estas alterações podem ser consideradas irrelevantes clinicamente. E ainda, que os endodontistas podem preparar os cimentos endodônticos à base de óxido de zinco e eugenol na consistência preferida, de acordo com a técnica de obturação escolhida.

ALONSO et al.³ realizaram uma análise comparativa da capacidade de escoamento de dois cimentos endodônticos: Endofil[®] e AH Plus[®]. Para tal análise utilizaram duas metodologias diferentes. Uma delas foi o método convencional recomendado pela ADA⁴, a especificação número 57. A outra foi desenvolvida pelos autores para que se obtivesse novo parâmetro de comparação. Segundo estes, os cimentos à base de óxido de zinco e eugenol ainda são os mais utilizados na obturação do sistema de canais radiculares, por apresentarem excelentes propriedades físicas e biológicas. Entre as duas metodologias as diferenças foram desprezíveis. Os dois cimentos atenderam o mínimo exigido pela ADA, mas o AH Plus[®] apresentou escoamento superior ao do cimento Endofill[®].

Em estudo recente, LACEY et al.⁵⁷ avaliaram as propriedades reológicas de quatro diferentes tipos de cimentos endodônticos utilizando duas metodologias distintas: uma através do método de duas placas da ADA⁵ e outra através de um reômetro capilar feito sob medida no próprio laboratório. Os cimentos testados foram: Apexit[®] (hidróxido de cálcio), Tubli-Seal EWT[®] (óxido de zinco e eugenol, pasta / pasta), Cimento de Grossman[®] (óxido de zinco e eugenol, pó / líquido) e Ketac-Endo[®] (ionômero de vidro). Afirmaram que o escoamento até o ápice e para as irregularidades internas é primordial. Caso contrário, haverá espaço para sobrevivência e proliferação de bactérias patogênicas restantes e possibilidade de infiltração de microrganismos, nutrientes e toxinas bacterianas. Concordam com outros autores que ainda não existe cimento que preencha todas as propriedades ideais. E que os requisitos para um escoamento ideal que permita que o material penetre nos espaços internos, sem extrusão através do ápice, promovendo um selamento hermético, com adaptação firme às paredes do

canal e sem espaços, também ainda não foram estabelecidos. Não consideram a metodologia da ADA ideal, daí a utilização da segunda metodologia, que se assemelha mais à situação clínica. Observaram que na metodologia das duas placas todos os cimentos testados preencheram a exigência da ADA, sendo que o Tubli-Seal EWT[®] teve o melhor escoamento. No sistema capilar os resultados variaram de acordo com o cimento, o diâmetro interno do capilar, a pressão de inserção e a proporção pó / líquido.

PROPOSIÇÃO

3. PROPOSIÇÃO

A proposta do presente estudo consiste em avaliar comparativamente a relação pó / líquido, o tempo de espatulação, a relação entre a incorporação do pó e o tempo de espatulação e as propriedades físico-químicas de escoamento, tempo de trabalho, tempo de endurecimento, alteração dimensional após endurecimento e pH dos cimentos endodônticos nacionais à base de óxido de zinco e eugenol Endofill[®], Intrafill[®], Cimento de Rickert[®] (LenzaFarm), Pulp-Fill[®] e Target[®].

MATERIAL E MÉTODOS

4. MATERIAL E MÉTODOS

Os cimentos obturadores dos canais radiculares testados neste estudo estão listados na Tabela 1, onde se observam a marca comercial, suas composições químicas e os fabricantes. E a seguir suas respectivas fotos (Figuras 1 a 5).

MARCAS COMERCIAIS	COMPOSIÇÃO	FABRICANTES
ENDOFILL®	PÓ: - Óxido de Zinco - Resina Hidrogenada - Subcarbonato de Bismuto - Sulfato de Bário - Borato de Sódio LÍQUIDO: - Eugenol - Óleo de Amêndoas Doces	Dentsply Indústria e Comércio LTDA
INTRAFILL®	PÓ: - Óxido de Zinco - Subcarbonato de Bismuto - Sulfato de Bário - Borato de Sódio - Resinas LÍQUIDO: - Eugenol - Óleo de Amêndoa	S.S.White Artigos Dentários LTDA
CIMENTO DE RICKERT®	Não fornecida pelo fabricante.	LenzaFarm Farmacêutica LTDA
PULP-FILL®	PÓ: - Óxido de Zinco - Resina Staybilitite - Subcarbonato de Bismuto - Sulfato de Bário - Borato de Sódio Anidro LÍQUIDO: - Eugenol - Óleo de Amêndoas Doces	Biodinâmica Química e Farmacêutica LTDA
TARGET®	PÓ: - Óxido de Zinco - Resina Natural - Subcarbonato de Bismuto - Sulfato de Bário - Tetraborato de Sódio LÍQUIDO: - Eugenol	Konne Indústria Brasileira

--	--	--

Tabela 1 - Cimentos endodônticos testados, suas composições químicas e fabricantes.



Figura 1 - Apresentação comercial do cimento Endofill® (Dentsply).



Figura 2 - Apresentação comercial do cimento Intrafill® (S.S.White).



Figura 3 - Apresentação comercial do cimento Cimento de Rickert® (LenzaFarm).



Figura 4 - Apresentação comercial do cimento Pulp-Fill® (Bionâmica).



Figura 5 - Apresentação comercial do cimento Target[®] (Konne).

Todos os experimentos foram realizados no Laboratório de Pesquisa de Endodontia da Faculdade de Odontologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, de acordo com a especificação número 57 para Cimentos Obturadores de Canais Radiculares da American Dental Association (ADA)⁵, aprovada em abril de 2000, com exceção da propriedade de avaliação do pH (potencial hidrogeniônico), que foi baseada nos trabalhos de HYDE⁵².

A especificação número 57 determina que todos os testes sejam realizados nas condições ambientais de $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ de temperatura e $50\% \pm 5\%$ de umidade relativa do ar, o que foi rigorosamente obedecido. Essas condições foram obtidas e mantidas por meio

de aparelhos de ar condicionado e aparelho desumidificador, e verificadas através de um higrômetro-termômetro da marca Empex[®] (Tóquio - Japão).

4.1. Determinação da relação pó / líquido dos cimentos testados:

A determinação da relação pó / líquido de cada cimento a ser testado constitui o primeiro passo para a avaliação das propriedades físico-químicas, que deve ser rigorosamente seguida durante a realização de todos os testes. O objetivo foi estabelecer uma quantidade exata de pó que manipulada com o líquido pudesse fornecer um cimento obturador que possuísse a consistência clínica ideal preconizada por GROSSMAN⁴³. Esse procedimento fez-se necessário, uma vez que as instruções fornecidas pelos fabricantes são omissas quanto à informação sobre qual a quantidade de pó que deveria ser misturada a outra determinada de líquido.

Segundo GROSSMAN⁴³, o cimento obturador do canal radicular está na consistência ideal quando, a espátula for colocada sobre a massa amolecida do cimento manipulado e levantada da placa de vidro, formando um fio de aproximadamente 2,54 centímetros, sem se romper, unindo a espátula à massa que ficará sobre a placa (Figura 6). Além disso, após manipulado e ajuntado na espátula, e levantando-o da placa de vidro, demora de 10 a 15 segundos para cair (Figura 7).

Inicialmente pesaram-se 3 gramas do pó do cimento a ser estudado utilizando uma balança de precisão Gehaka[®] BG 200 (São Paulo - Brasil) (Figura 8). Colocaram-se 2 gotas do líquido (equivalente a 0,05 ml), com a ajuda de um conta-gotas padrão (Figura 9), que foi misturado ao pó sobre uma placa de vidro lisa e limpa, de 20 milímetros de espessura. O pó foi incorporado ao líquido aos poucos, com a ajuda de uma espátula metálica flexível, e submetido a uma espatulação vigorosa.

Uma vez obtida a consistência clínica ideal, pesou-se a quantidade de pó remanescente, que não foi utilizada durante a manipulação, e determinou-se por simples subtração, o quanto de pó foi efetivamente utilizado. O tempo dispensado durante a espatulação do cimento também foi registrado.

Cumprido salientar que todas as determinações, bem como todos os testes realizados que serão descritos posteriormente, foram realizados pelo mesmo operador, a fim de fazer com que a energia dispensada durante a manipulação dos materiais fosse a menos variável possível.

Assim, para cada cimento obturador, foi elaborada uma relação de alguns gramas de pó / 2 gotas de líquido, e que levou um certo número de segundos para que a consistência clínica ideal fosse alcançada. Isso foi repetido cinco vezes para cada material testado. Obteve-se uma média aritmética desses valores e, por simples regra de três, determinou-se o quanto de pó foi necessário para que, quando misturado a 2 gotas de líquido, manipulados durante o tempo médio determinado, fosse obtida a consistência ideal desejada.

Estabelecidas as relações pó / líquido, procedeu-se então à realização dos testes preconizados pela especificação número 57 da ADA⁵.

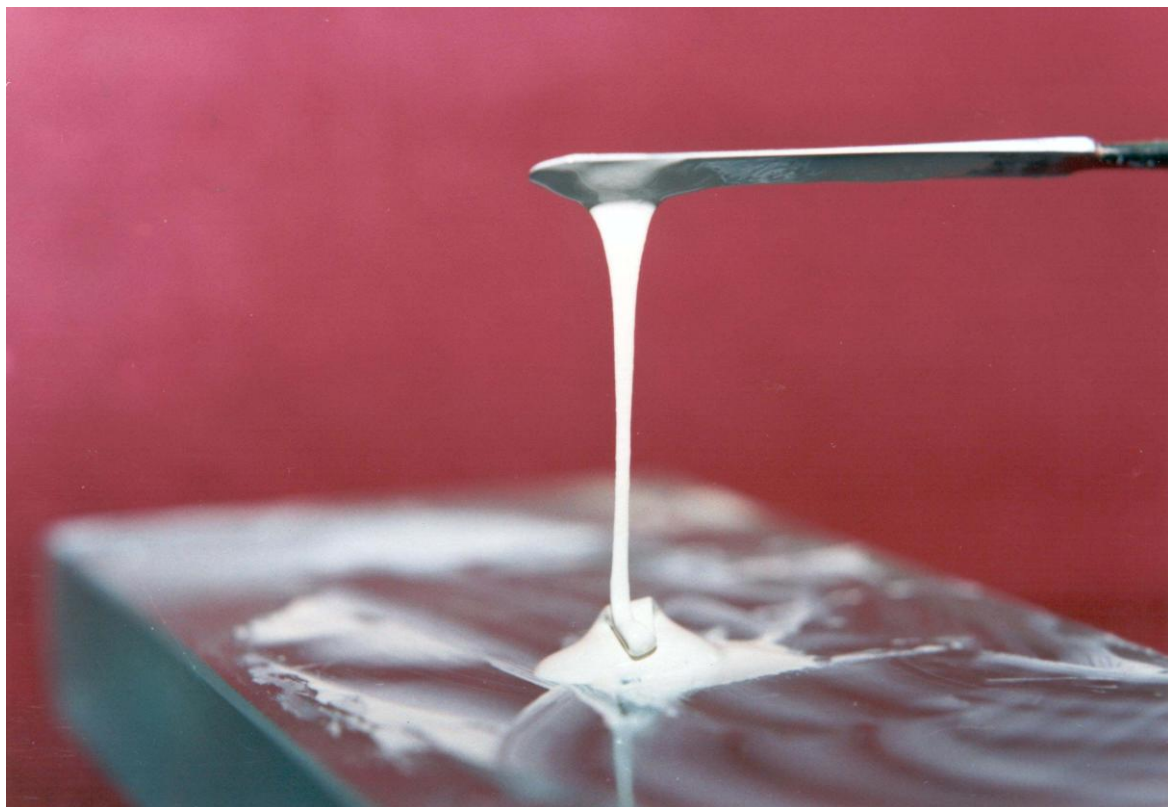


Figura 6 - Fio de aproximadamente 2,54 cm, que deve formar-se entre a massa do cimento e a espátula.

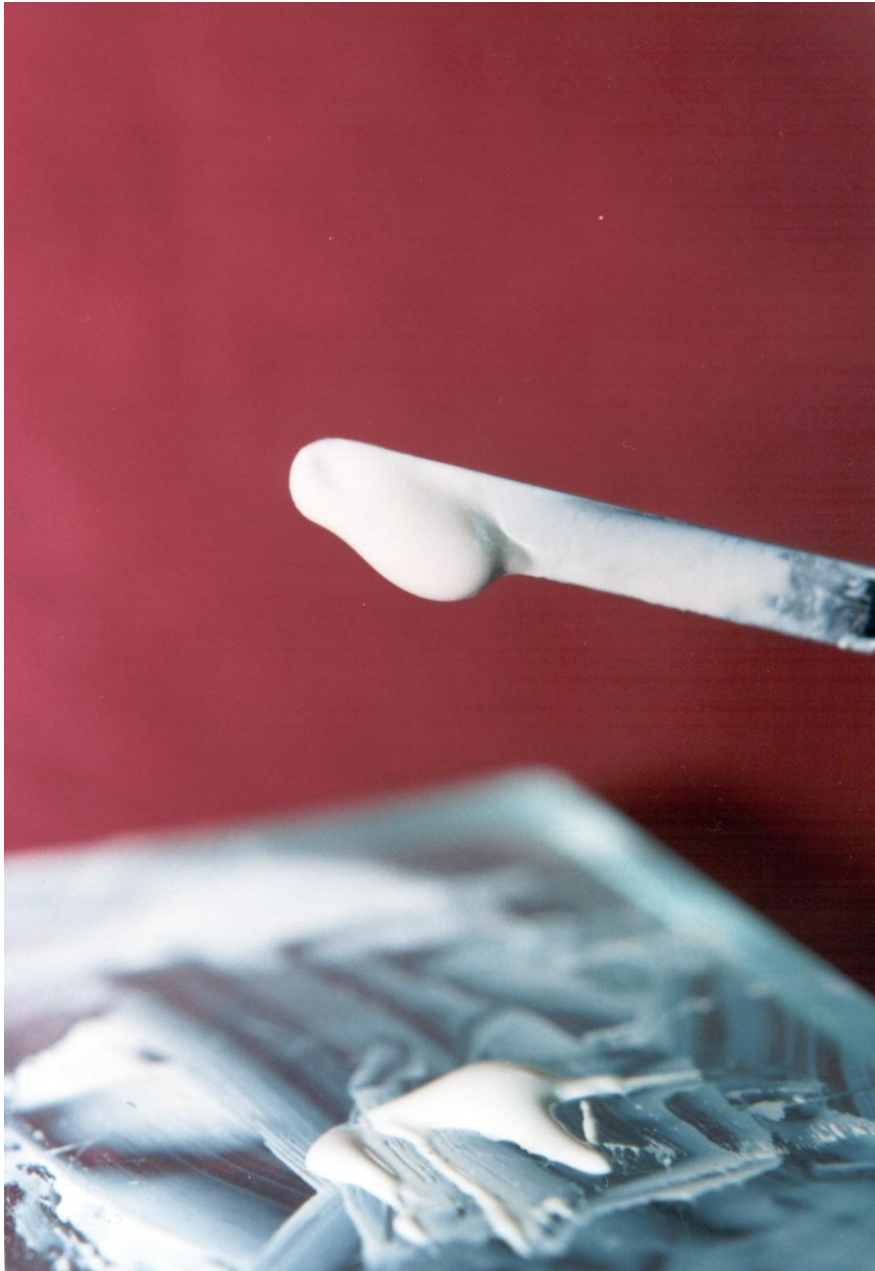


Figura 7 - Permanência do cimento de 10 a 15 segundos sem cair da espátula.



Figura 8 - Balança de precisão.

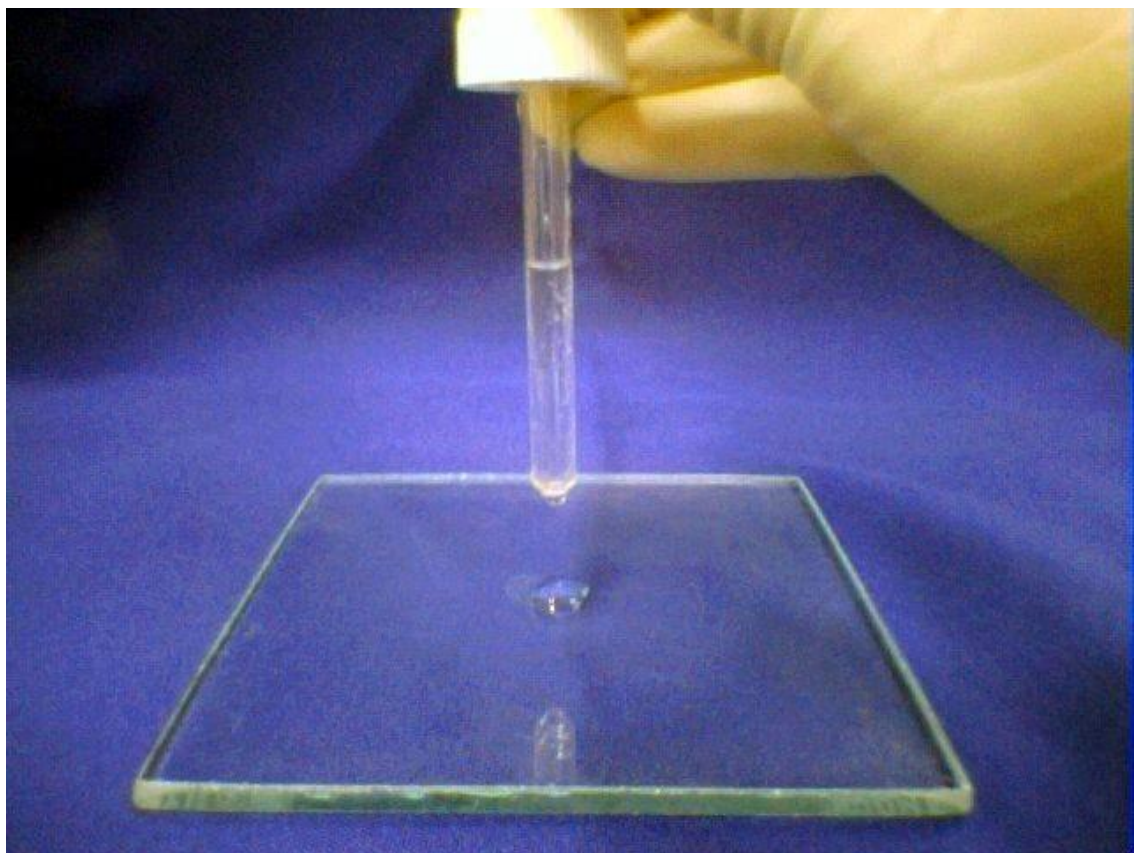


Figura 9 - Conta-gotas padrão.

4.2. Escoamento:

Para a realização desse teste de escoamento foi utilizada uma seringa tipo Luer de vidro adaptada para receber sempre o mesmo volume ($0,5 \text{ ml} \pm 0,05 \text{ ml}$) de cimento manipulado (Figura 10). Uma vez manipulado o cimento na consistência clínica ideal e obtido o volume de $0,5 \text{ ml}$, este foi depositado no centro de uma placa de vidro lisa e limpa de dimensões de $10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$ (Figura 11). Decorridos $180 \text{ s} \pm 5 \text{ s}$ do início da manipulação, foi colocado cuidadosa e centralmente, por sobre o cimento obturador, um conjunto composto por uma placa de vidro e carga adicional, de modo que este conjunto tivesse um total de 120 gramas (Figura 12). O peso adicional foi removido após 10 minutos do início da mistura e utilizando-se um paquímetro da marca *Métrica*[®], de procedência italiana, foram medidos os maiores e os menores diâmetros do disco obtido com o escoamento do material (Figuras 13 e 14).

Três condições são necessárias para que o teste tenha validade: o diâmetro do disco não pode ser menor que 20 milímetros ; a diferença entre os diâmetros maiores e menores não pode ser superior a $1,0 \text{ milímetro}$; e o disco deve apresentar-se uniformemente circular (Figura 13). Caso contrário, o teste tem que ser repetido seguindo-se os mesmos

parâmetros experimentais. Foram realizadas 5 repetições para cada cimento estudado, obtendo-se a média aritmética que representa o escoamento do material em pauta. Os resultados foram aproximados para o milímetro mais próximo.

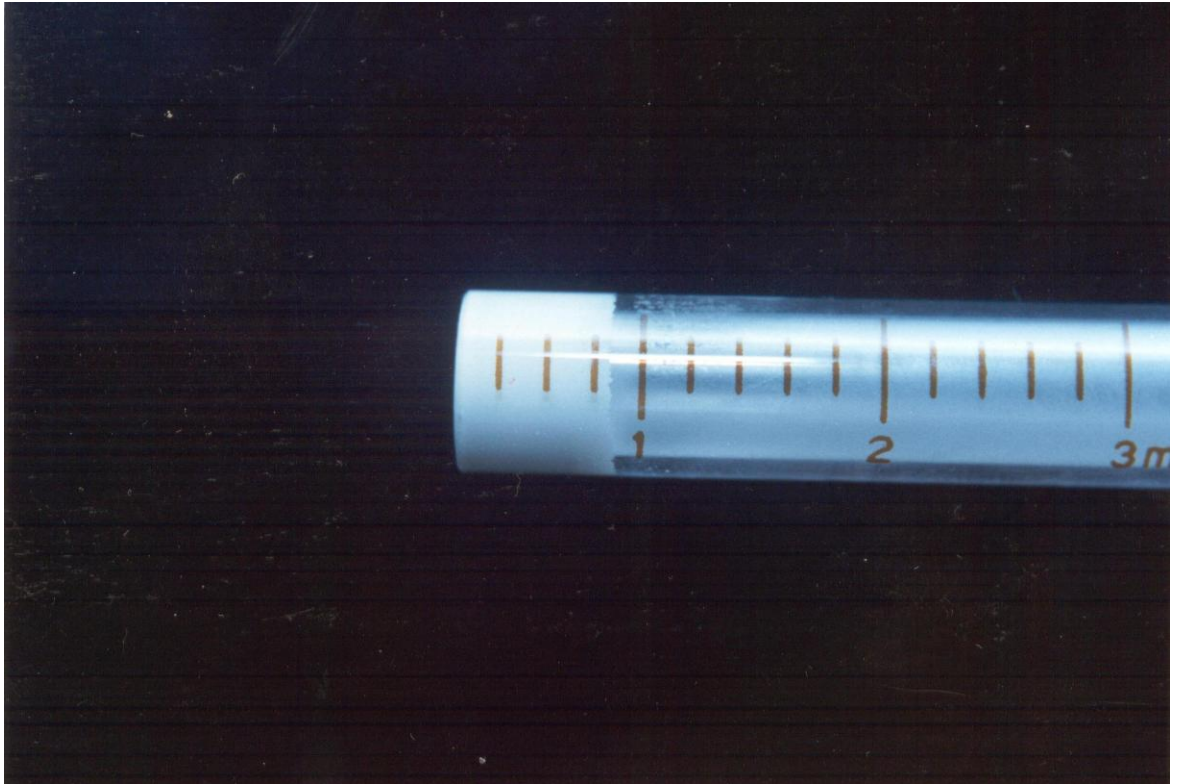


Figura 10 - Seringa ajustada para conter o volume de 0,5 ml de cimento manipulado.

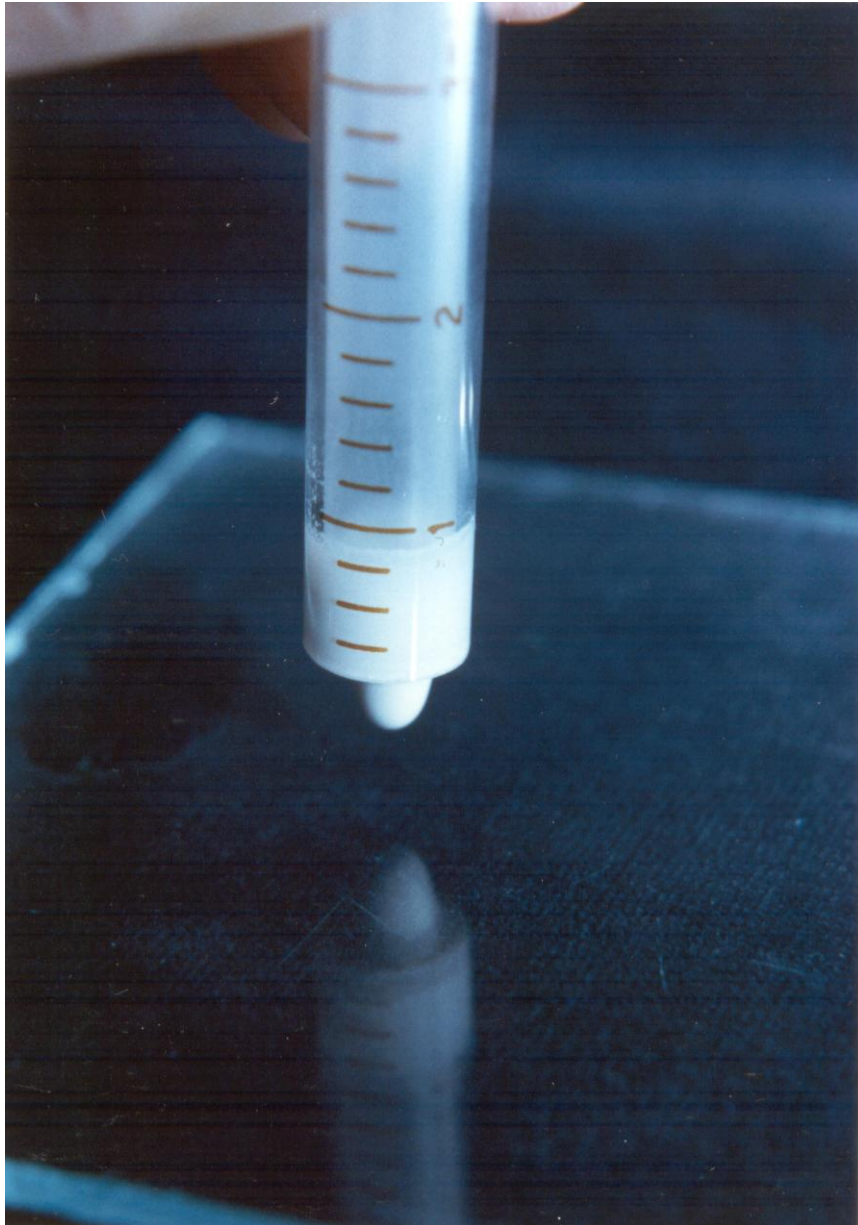


Figura 11 - Colocação do cimento sobre a placa de vidro.

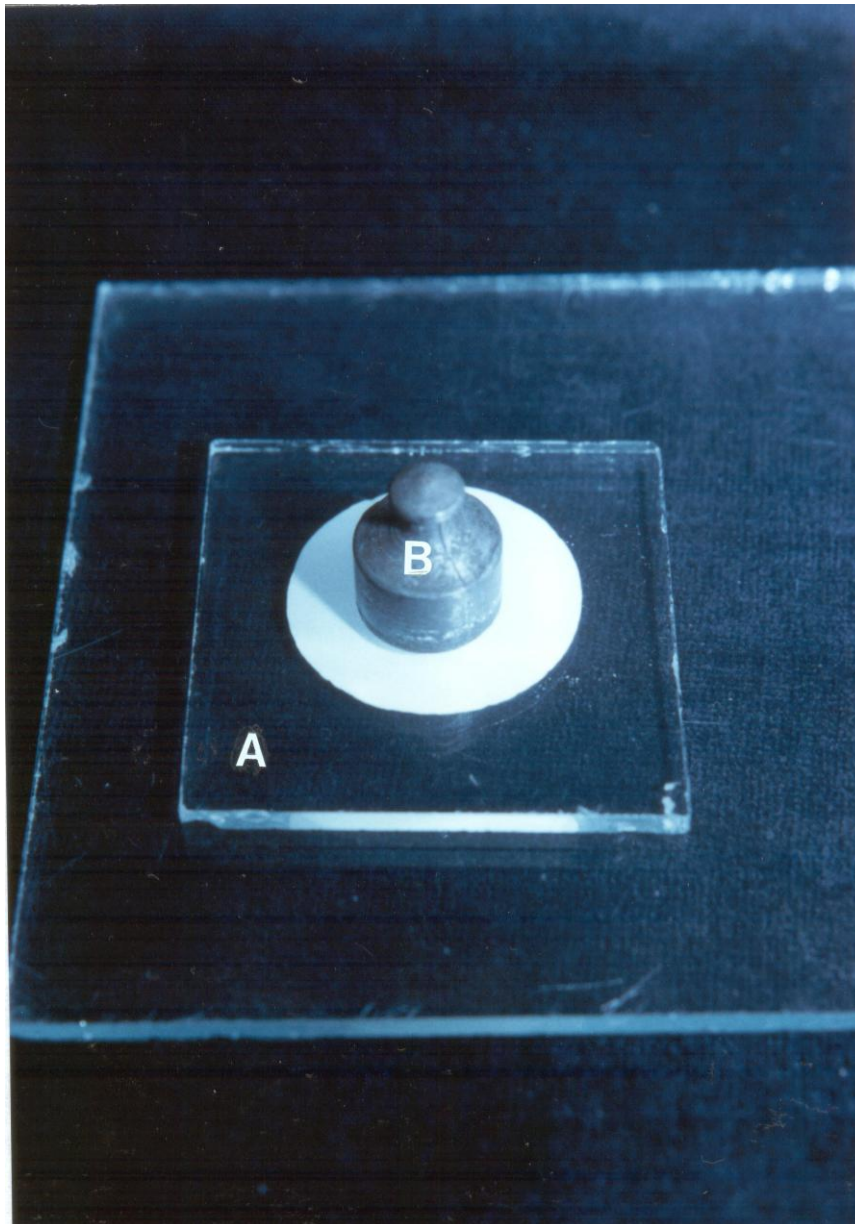


Figura 12 - Conjunto placa de vidro superior (A) + carga adicional (B). Total de 120 gramas.

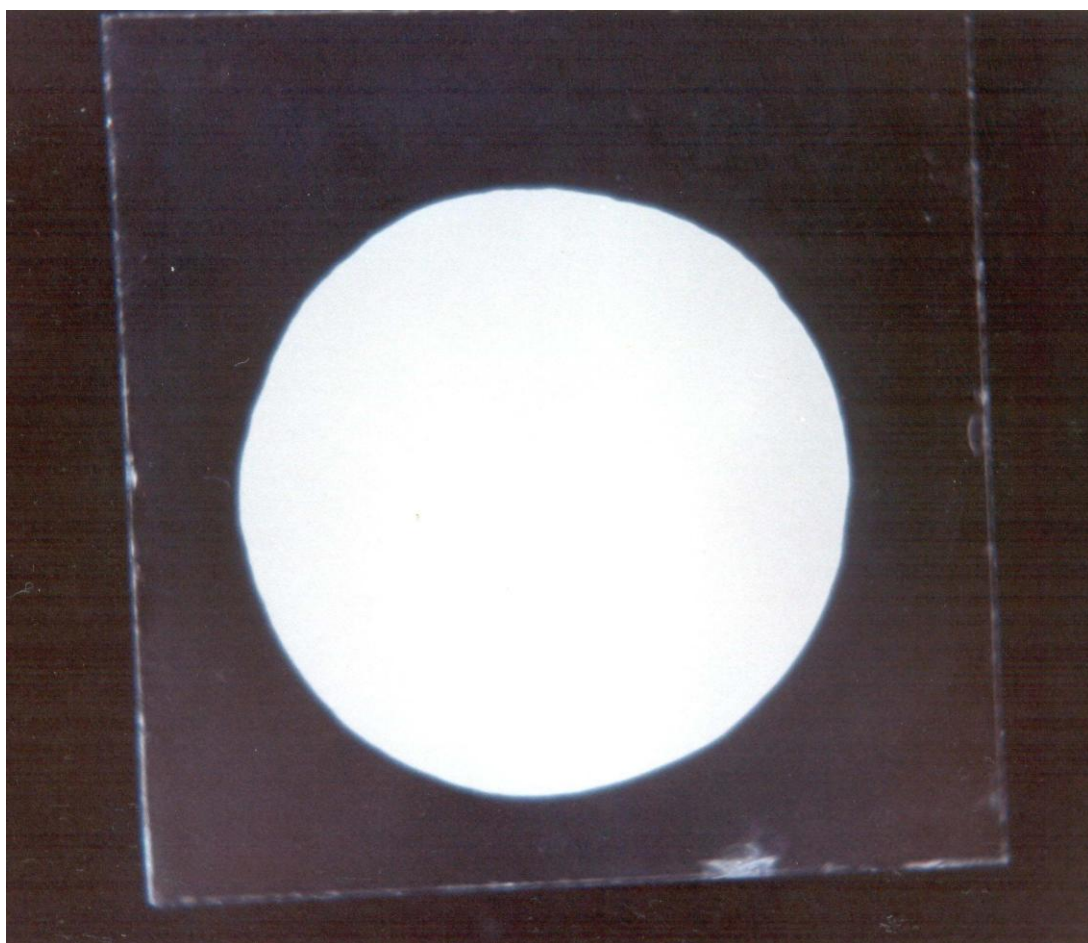


Figura 13 - Disco circular obtido durante a realização do teste de escoamento.

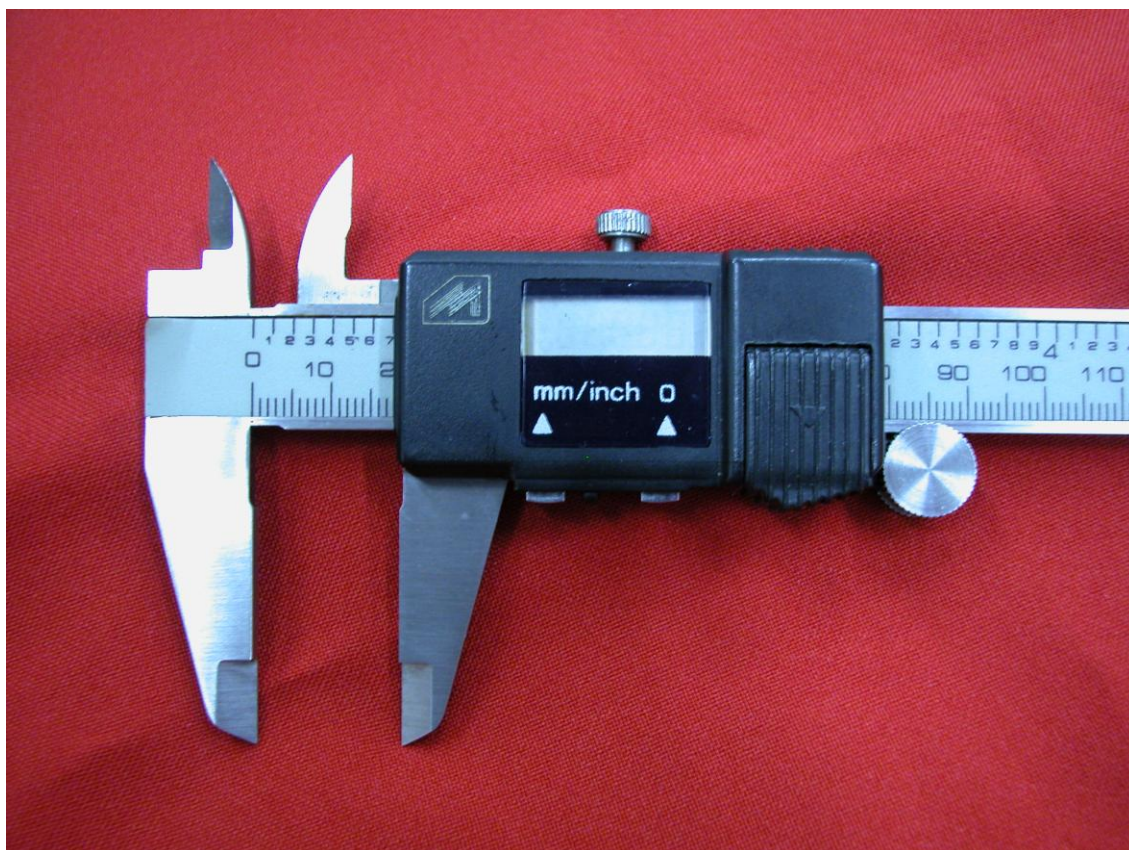


Figura 14 - Paquímetro utilizado durante os testes.

4.3. Tempo de trabalho:

O equipamento e a quantidade de cimento utilizados foram os mesmos do teste de escoamento (Figuras 10 e 11). Decorridos $210 \text{ s} \pm 5 \text{ s}$ do início da mistura, uma carga total de 120 gramas foi colocada sobre o cimento obturador também como no teste anterior (Figura 12).

A especificação número 57 determina que o tempo de trabalho do material testado corresponde ao tempo decorrido a partir do início da mistura até que o diâmetro do disco medido com o paquímetro, obtido com a compressão do material, atinja um valor que corresponda a 10 % menos do que o valor obtido pelo escoamento do mesmo material testado. Assim, obteve-se a média aritmética de 5 determinações, e o resultado, que era aproximado para os 30 segundos mais próximos, era tido como o valor do tempo de trabalho para cada cimento testado.

O menor tempo de trabalho de um cimento não pode ser menor do que 90 % do que o estabelecido pelo seu fabricante. Esses testes preconizados pela ADA somente se aplicam a cimentos com tempo de trabalho menor que 30 minutos.

4.4. Tempo de endurecimento:

Para realização deste experimento, foram confeccionados moldes de aço inoxidável, cilíndricos, com diâmetro interno de 10 milímetros e espessura uniforme de 2 milímetros. Os moldes foram fixados em suas faces externas, com auxílio de cera utilidade, sobre uma placa de vidro de 1 milímetro de espessura por 25 milímetros de largura e 75 milímetros de comprimento (Figura 15).

O cimento a ser testado foi manipulado e colocado no interior do cilindro metálico, até que este tenha ficado totalmente preenchido (Figura 15). Passados $120 \text{ s} \pm 10 \text{ s}$ do fim da mistura, o conjunto placa de vidro-molde foi colocado sobre uma placa metálica de dimensões 10 mm x 20 mm x 10 mm, que foi acondicionado dentro de um recipiente plástico com vedação hermética. Assim, o conjunto formado pelo corpo de prova / lâmina de vidro / cilindro metálico foi mantido dentro da câmara climatizada até o final do teste a uma temperatura constante de $37 \text{ }^\circ\text{C}$ e umidade relativa do ar de 95 %, dentro de uma estufa laboratorial da marca Fanem[®] LTDA (São Paulo - Brasil).

Decorrido o tempo de endurecimento estabelecido pelo fabricante, uma agulha tipo Gilmore de $100 \text{ g} \pm 0,5 \text{ g}$ e ponta ativa de $2,0 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$ de diâmetro foi cuidadosa e verticalmente colocada sobre a superfície horizontal do material (Figura 16). Limpava-se a ponta e repetia-se esta operação até não ocorrerem indentações. Marcou-se o tempo do início da mistura até as marcas da agulha de Gilmore deixarem de serem visíveis na superfície do cimento testado. Foram realizadas 5 repetições para o cimento estudado, obtendo-se a média aritmética que representa o tempo de endurecimento do material testado. Se os resultados fossem diferentes que $\pm 5 \%$, os testes tinham que ser repetidos.

O tempo de endurecimento tem que ser igual ao estabelecido pelo fabricante $\pm 10 \%$, quando testado por este método. Para cimentos que têm um tempo de endurecimento maior que 30 minutos e menor que 72 horas, para o qual o fabricante determina um limite

de tempo, o tempo de endurecimento medido será dentro do limite estabelecido pelo fabricante.

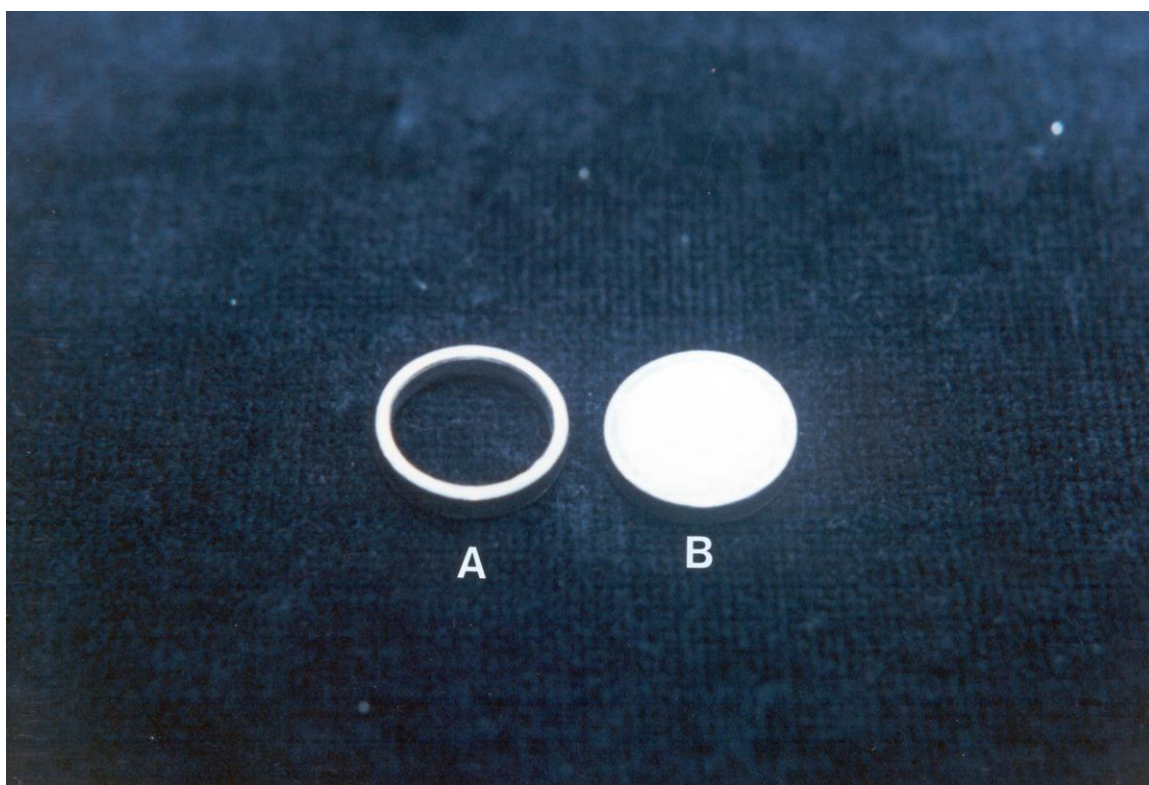


Figura 15 - Moldes circulares para o teste de tempo de endurecimento. Molde vazio (A) e molde preenchido pelo material testado (B).

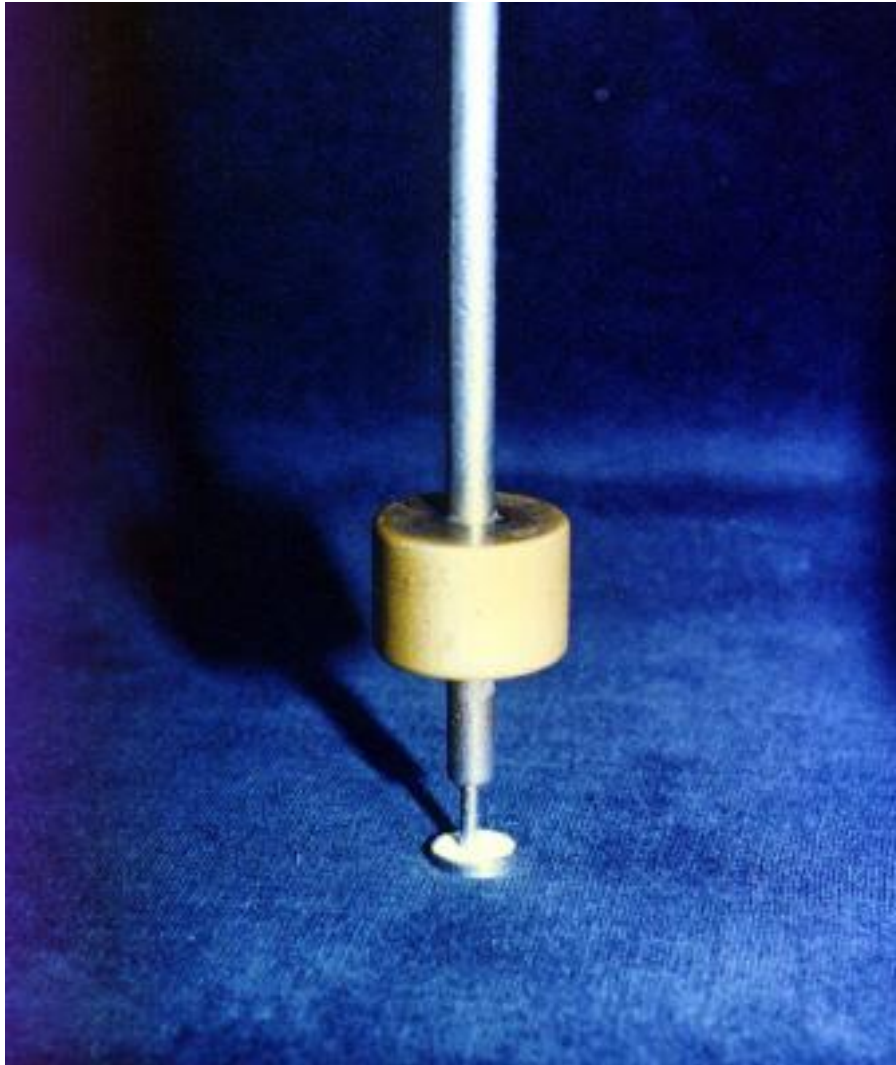


Figura 16 - Simulação do teste de tempo de endurecimento. A agulha de Gilmore sobre a amostra do material testado.

4.5. Alteração dimensional após endurecimento:

Para se realizar esse teste, foram utilizados moldes de Teflon seccionados ao meio, que possibilitaram a obtenção de corpos de prova cilíndricos, com dimensões de 12 milímetros de altura por 6 milímetros de diâmetro (Figura 17).

Manipulado o cimento a ser testado, o passo seguinte consistiu no preenchimento do molde, que deveria estar sobre uma lâmina de microscópio que estava previamente envolvida por uma fina lâmina de celofane. O preenchimento do molde deu-se de tal modo que se pudesse verificar um ligeiro excesso de material na sua extremidade superior. Feito isso, pressionava-se outra lâmina de microscópio, que também estava envolvida por uma lâmina de celofane, sobre a superfície superior do molde.

Obteve-se então um conjunto formado pelas lâminas de microscópio, lâminas de celofane e, no meio, o molde contendo o material. Esse conjunto manteve-se firmemente unido com a ajuda de um grampo em forma da letra C, que vinha integrar-se a ele. Decorridos 5 minutos do início da mistura, transferiu-se o conjunto para uma câmara com 95 % de umidade relativa do ar e temperatura de 37 °C, que já foi devidamente descrita no teste de tempo de endurecimento. Manteve-se nesse local os corpos de prova até que decorresse um tempo que fosse igual a três vezes mais que o tempo de endurecimento determinado anteriormente para o material testado.

O passo seguinte consistiu em pegar o molde contendo a amostra e lixar as extremidades do material, sob irrigação com água destilada e deionizada, com ajuda de uma lixa de granulação 600, para regularizar a sua superfície.

Removeu-se então a amostra do molde, o seu comprimento foi medido com um paquímetro (Figura 14). Guardou-se a amostra em um recipiente de vidro que comportava um volume total de 50 mililitros. Esse recipiente continha 30 mililitros de água destilada

deionizada a uma temperatura de 37 °C no seu interior. Manteve-se o corpo de prova nessas condições durante 30 dias.

Após esse tempo, a amostra foi removida do recipiente e retirava-se o excesso de água com auxílio de papel absorvente. Fez-se então uma nova medição do seu comprimento.

Obteve-se o cálculo da alteração dimensional percentual usando-se a seguinte fórmula, onde: “C 30 dias” é o comprimento da amostra após decorridos 30 dias nas condições do experimento e “C” é o comprimento inicial da amostra.

$$\frac{C_{30dias} - C}{C} \times 100$$

A média aritmética de cinco repetições foi considerada a alteração dimensional percentual do cimento testado.

A alteração dimensional não pode exceder 1 % em contração linear ou 0,1 % em expansão, segundo a Especificação utilizada.

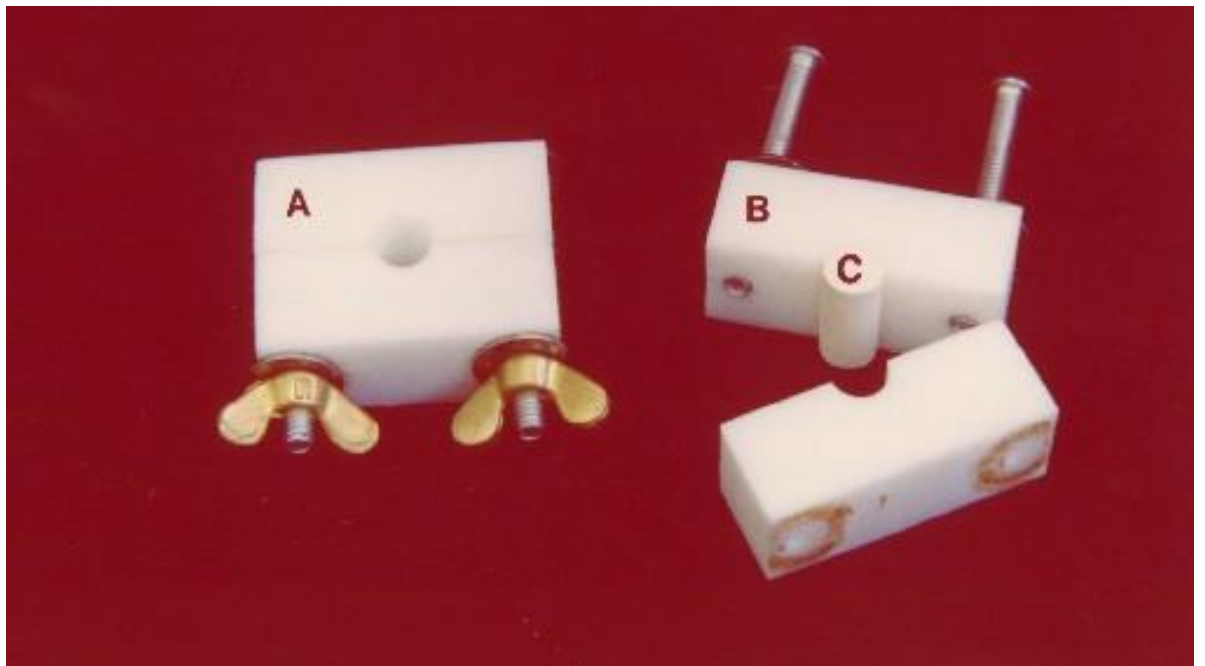


Figura 17 - Moldes para o teste de alteração dimensional após endurecimento. (A) molde fechado, (B) molde aberto, (C) corpo de prova.

4.6. Avaliação do pH:

Foram feitos moldes circulares de teflon com 20 milímetros de diâmetro interno e 1,5 milímetro de espessura. Esse molde foi colocado sobre uma fina lâmina de celofane sustentada por uma placa de vidro de 40 mm x 80 mm x 5 mm. Manipulou-se o cimento a ser testado e o colocou dentro do molde. A seguir, inseriu-se um fio de nylon de diâmetro de aproximadamente 0,5 milímetro na massa do material amolecido (Figura 18).

Posteriormente, colocou-se outra placa de vidro, de dimensões iguais à daquela que estava sob o material, envolvida por uma outra lâmina de celofane sobre o molde preenchido de material. Sobre esse conjunto, foi colocada uma massa de 100 gramas que vinha a fazer parte do sistema.

Todo esse conjunto foi transportado para um ambiente à 37 °C e umidade relativa de 95 %, semelhante ao utilizado nos testes de endurecimento e alteração dimensional após endurecimento.

Decorrido o tempo de endurecimento medido anteriormente para cada material, removeu-se a amostra do molde e, após retirar quaisquer resíduos ou partículas perdidas, os corpos de prova estavam prontos para serem testados.

Preparou-se um recipiente de vidro de aproximadamente 40 milímetros de diâmetro e volume total de 80 mililitros, que continha 50 mililitros de água destilada e deionizada no seu interior. Nessa fase, mediu-se e anotou-se o pH da água contida no interior dos recipientes, por meio de um medidor de pH da marca Analyser[®], de procedência nacional (Figura 19).

Em seguida, suspendeu-se a amostra no interior do recipiente de vidro, presa à tampa pelo fio de nylon, de tal maneira que a mesma ficasse imersa na água. O recipiente foi

fechado cuidadosamente, tomando-se o cuidado para que não houvesse qualquer tipo de contato entre a amostra e as paredes do recipiente.

Guardou-se o recipiente contendo a amostra em uma estufa a 37 °C e, após três horas, fazia-se a primeira medida do pH. As medidas subseqüentes foram tomadas com intervalos de 24 horas, durante uma semana. Foram realizadas duas medições para cada cimento e obteve-se a média aritmética entre elas.

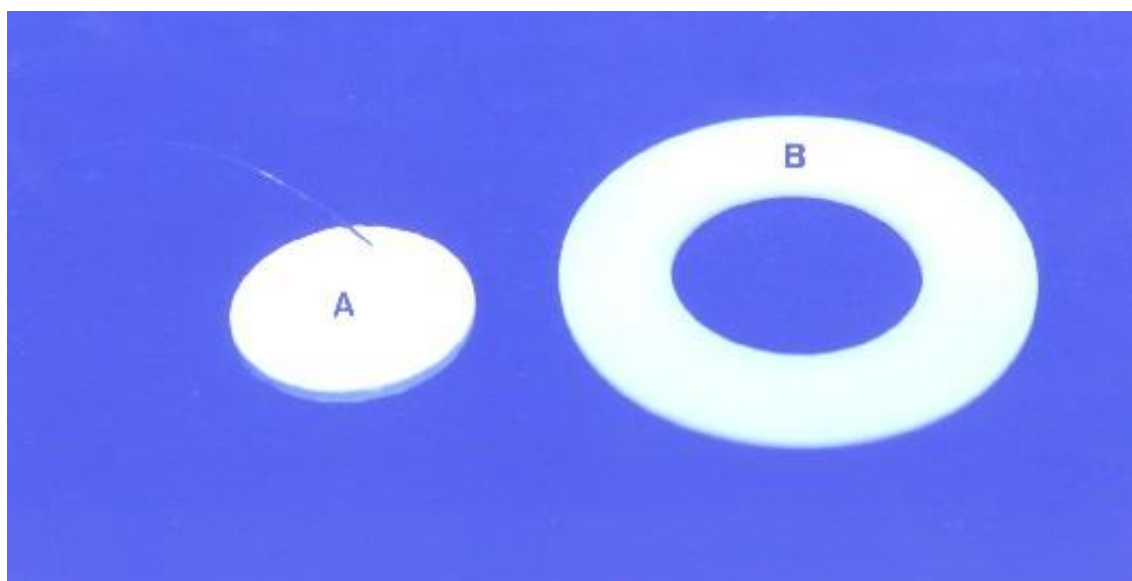


Figura 18 - Molde para o teste de avaliação do pH (B). Corpo de prova preenchido com o material testado e o fio de nylon (A).

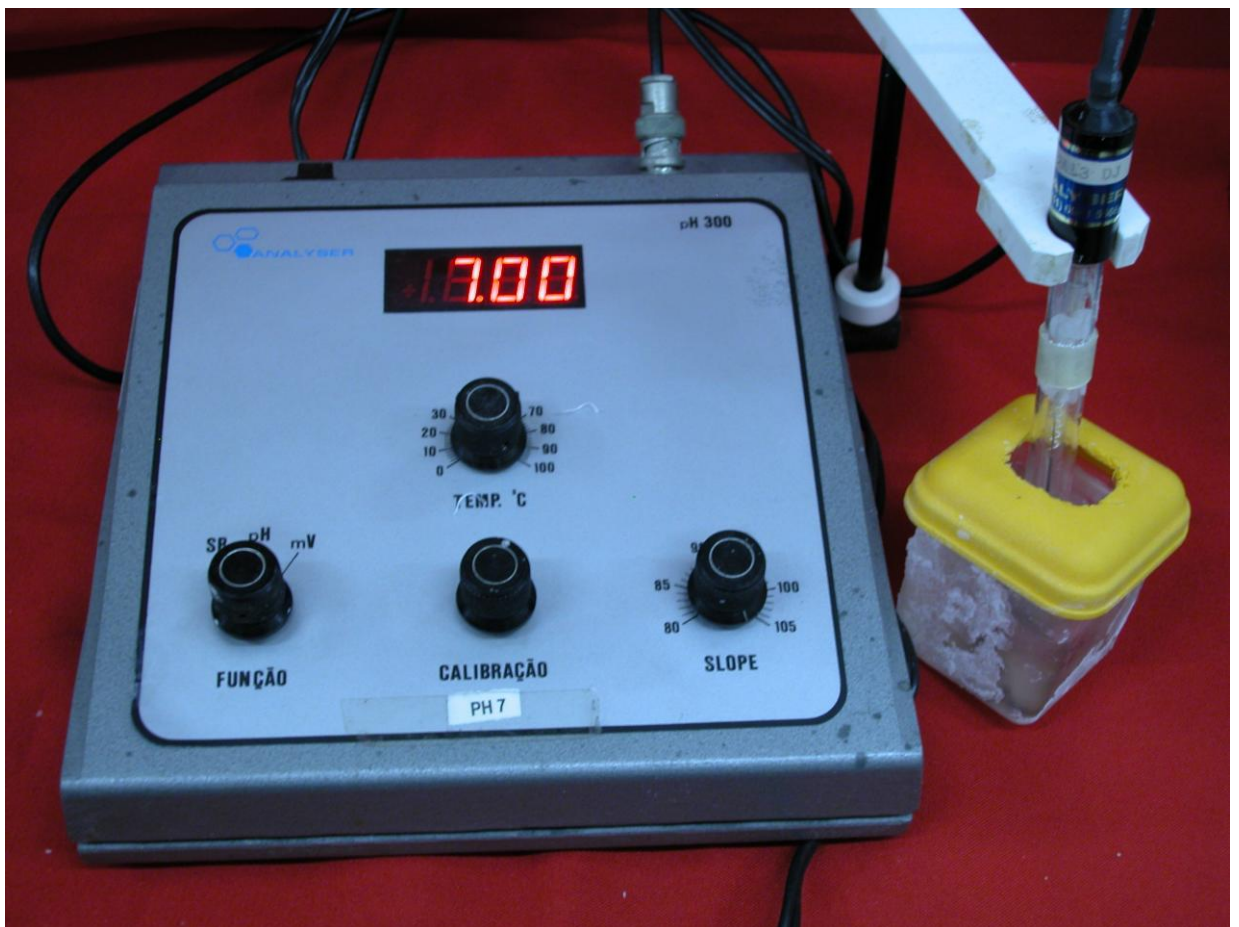


Figura 19 - Aparelho medidor de pH.

RESULTADOS

5. RESULTADOS

5.1. Descrição Estatística:

Os parâmetros amostrais das variáveis pesquisadas encontram-se sintetizados na Tabela 2, a seguir:

<i>Variável</i>	<i>Cimentos</i>	<i>Número de amostras</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio padrão</i>	<i>Erro padrão</i>
Relação pó / líquido	Endofill	5	0,3200 g	0,014 g	0,006 g
	Intrafill	5	0,3380 g	0,011 g	0,005 g
	Cimento de Rickert	5	0,3680 g	0,029 g	0,013 g
	Pulp-fill	5	0,2640 g	0,015 g	0,007 g
	Target	5	0,2580 g	0,013 g	0,006 g
Tempo de espatulação	Endofill	5	103,20 s	4,15 s	1,85 s
	Intrafill	5	172,01 s	11,93 s	5,33 s
	Cimento de Rickert	5	119,40 s	9,53 s	4,26 s
	Pulp-fill	5	182,21 s	15,07 s	6,74 s
	Target	5	156,40 s	10,41 s	4,65 s
Escoamento	Endofill	5	36,33 mm	0,3682 mm	0,1647 mm
	Intrafill	5	49,50 mm	1,0434 mm	0,4666 mm
	Cimento de Rickert	5	41,43 mm	2,9047 mm	1,2990 mm
	Pulp-fill	5	39,58 mm	0,6231 mm	0,2787 mm
	Target	5	50,50 mm	0,8101 mm	0,3623 mm
Tempo de endurecimento	Endofill	5	32 min 25 s	3 min 34 s	1 min 35 s
	Intrafill	5	120 min	2 min 14 s	1 min
	Cimento de Rickert	5	54 min 43 s	2 min 7 s	57 s
	Pulp-fill	5	38 min	1 min 35 s	43 s
	Target	5	19 min	1 min	27 s
Tempo de trabalho	Endofill	5	4 min 30 s	10 s	4 s
	Intrafill	5	6 min 9 s	7 s	3 s
	Cimento de Rickert	5	6 min 44 s	41 s	19 s
	Pulp-fill	5	4 min 31 s	5 s	2 s
	Target	5	6 min 16 s	45 s	20 s
Alteração dimensional	Endofill	5	- 0,82 %	0,004 %	0,002 %
	Intrafill	5	0,33 %	0,451 %	0,201 %
	Cimento de Rickert	5	- 0,83 %	0,003 %	0,001 %
	Pulp-fill	5	- 0,83 %	0,005 %	0,002 %
	Target	5	0,17 %	0,373 %	0,167 %

Tabela 2 - Parâmetros amostrais.

5.2. Relação pó / líquido:

O gráfico de caixa (box plot) a seguir apresenta a distribuição dos valores observados da relação pó / líquido segundo o cimento utilizado:

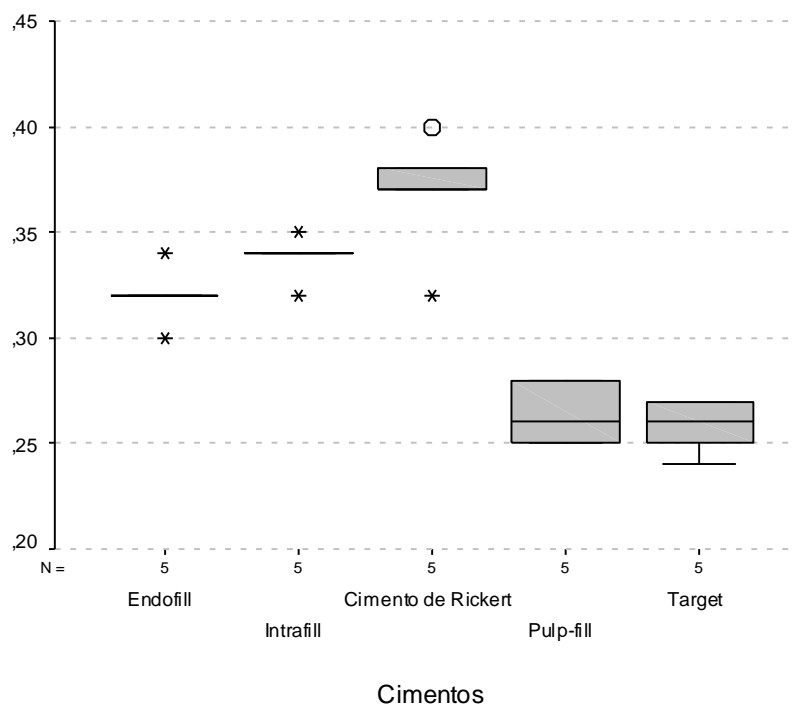


Gráfico 1 - Relação pó / líquido.

O teste de Shapiro-Wilk, ao nível de significância de 5 %, indicou a normalidade dos dados relativos à relação pó / líquido ($p > 0,05$) para os cimentos Endofill[®], Intrafill[®], Cimento de Rickert[®] e Target[®], e a não normalidade ($p < 0,05$) para os dados do Pulp-Fill[®], conforme sumarizado na tabela 3.

Tabela 3 - Relação pó / líquido - Teste de Shapiro-Wilk.

Cimentos		Estatística de Shapiro-Wilk		
		W	graus de liberdade	valor-p
Relação pó / líquido	Endofill	,940	5	,600
	Intrafill	,881	5	,349
	Cimento de Rickert	,920	5	,476
	Pulp-fill	,721	5	,024
	Target	,849	5	,243

Como a condição de normalidade não se verificou para todos os grupos, a análise de possíveis diferenças entre os cimentos deve ser realizada por métodos não paramétricos, especificamente o teste de Kruskal-Wallis e, caso necessário, o teste de Mann-Whitney.

O teste de Kruskal-Wallis, ao nível de significância de 5 %, indicou a existência de diferença estatística altamente significativa entre a relação pó / líquido para os cimentos utilizados ($\chi^2 = 20,129$; g.l.: 4; valor-p = 0,0005), cuja síntese encontra-se na tabela 4.

Tabela 4 - Relação pó / líquido - Teste de Kruskal-Wallis.

Teste de Kruskal-Wallis^a	
	R e l a ç ã o pó / líquido
Qui-quadrado	20,129
Graus de liberdade	4
Valor-p	,0005

^a. Variável de agrupamento: Cimentos

A avaliação das diferenças da relação pó / líquido entre os cimentos através da estatística U do teste de Mann-Whitney, ao nível de significância de 5 %, evidenciou que o Pulp-Fill[®] e o Target[®] apresentaram diferença estatisticamente significativa com os outros cimentos ($p < 0,05$), sem apresentarem-se estatisticamente diferentes entre si ($p > 0,05$). O Cimento de Rickert[®] diferenciou-se com significância estatística dos demais cimentos ($p < 0,05$), com exceção do Intrafill[®]. Os cimentos Endofill[®] e Intrafill[®] não apresentaram diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$) entre si. Esses achados estão resumidos na tabela 5.

Tabela 5 - Relação pó / líquido - Teste de Mann Whitney.

Intrafill	Cimento de	Pulp-fill	Target
-----------	------------	-----------	--------

		Rickert		
Endofill	U = 4 valor-p = 0,058 NÃO	U = 2,5 valor-p = 0,031 SIM	U = 0 valor-p = 0,008 SIM	U = 0 valor-p = 0,008 SIM
Intrafill		U = 4,5 valor-p = 0,089 NÃO	U = 0 valor-p = 0,008 SIM	U = 0 valor-p = 0,008 SIM
Cimento de Rickert			U = 0 valor-p = 0,008 SIM	U = 0 valor-p = 0,009 SIM
Pulp-fill				U = 9,5 valor-p = 0,522 NÃO

Legenda: NÃO significa inexistência de associação estatisticamente significativa, ao nível de significância de 5%, entre o par de cimentos indicados na linha e na coluna respectiva. SIM significa associação estatisticamente significativa ($p < 0,05$).

5.3. Tempo de espatulação:

O gráfico de caixa (box plot) a seguir apresenta a distribuição dos valores observados do tempo de espatulação segundo o cimento utilizado:

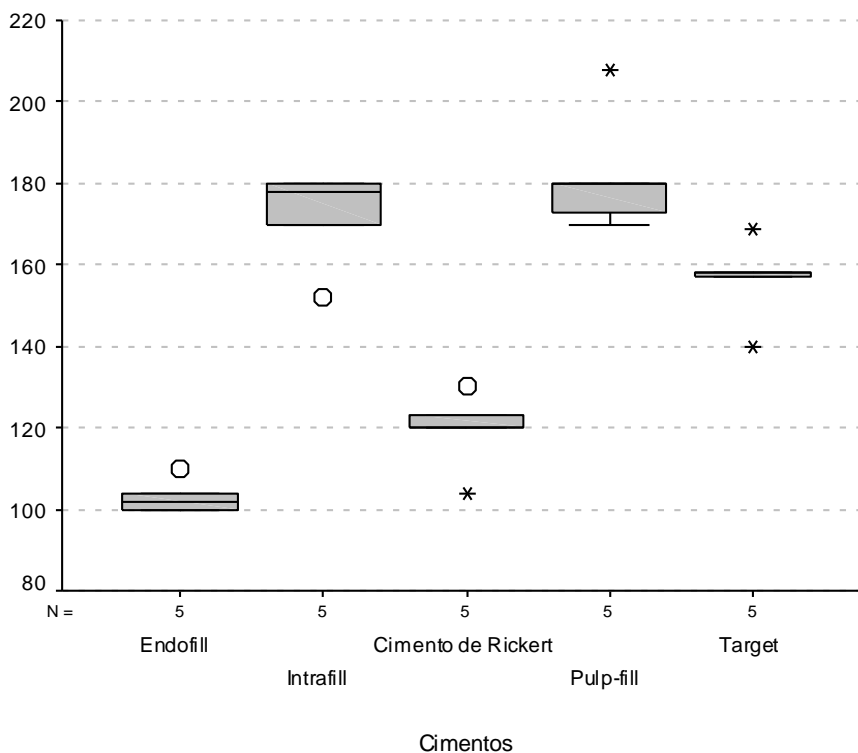


Gráfico 2 - Tempo de espatulação.

O teste de Shapiro-Wilk, ao nível de significância de 5 %, indicou a normalidade dos dados relativos ao tempo de espatulação ($p > 0,05$) para todos os cimentos, conforme sumarizado na tabela 6.

Tabela 6 - Tempo de espatulação - Teste de Shapiro-Wilk.

Cimentos		Estatística de Shapiro-Wilk		
		W	graus de liberdade	valor-p
Tempo de espatulação	Endofill	,828	5	,173
	Intrafill	,772	5	,062
	Cimento de Rickert	,927	5	,498
	Pulp-fill	,819	5	,142
	Target	,928	5	,511

Como a condição de normalidade se verificou para todos os grupos, a análise de possíveis diferenças entre os cimentos deve ser realizada por métodos paramétricos, especificamente pela Análise da Variância (ANOVA) e, caso necessário, o teste de Tukey para as comparações múltiplas, se as variâncias forem iguais, ou o teste de Dunnett se não o forem.

A análise da variância (ANOVA) indicou a existência de diferença estatística altamente significativa entre os tempos de espatulação para os cimentos utilizados ($F_{obs} = 49,445$; g.l.: 4 e 20; $p < 0,01$), sintetizada na tabela 7.

Tabela 7 - Tempo de espatulação - Análise da variância.

Tempo de espatulação					
Fonte de variação	Soma dos Quadrados	Graus de liberdade	Quadrado médio	F	valor-p
Entre os Cimentos	23167,071	4	5791,768	49,445	3,9E-10
Residual	2342,701	20	117,135		
Total	25509,772	24			

A estatística de Levene, ao nível de significância de 5 %, evidenciou a igualdade das variâncias do tempo de espatulação para os cinco cimentos ($W = 0,794$; g.l. 4 e 20; valor-p = 0,543).

A avaliação das diferenças dos tempos de espatulação entre os cimentos através das comparações múltiplas pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5 %, evidenciou que o Endofill[®] apresentou diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) em relação a todos os outros cimentos, exceto em relação ao Cimento de Rickert[®] ($p > 0,05$), o qual também se diferenciou com significância estatística ($p < 0,05$) dos outros três. Tanto o Pulp-Fill[®] quanto o Target[®] diferenciaram-se estatisticamente ($p < 0,05$), cada um deles, de todos os demais, com exceção apenas do Intrafill[®] ($p > 0,05$), o qual apenas se diferenciou significativamente ($p < 0,05$) do Endofill[®] e do Cimento de Rickert[®]. Esses achados estão resumidos na tabela 8.

Tabela 8 - Tempo de espatulação - Teste de Tuckey.

	Intrafill	Cimento de Rickert	Pulp-fill	Target
Endofill	d = -68,81 p < 0,0001 SIM	d = -16,20 valor-p = 0,166 NÃO	d = -79,01 p < 0,0001 SIM	d = -53,20 p < 0,0001 SIM
Intrafill		d = 52,61 p < 0,0001 SIM	d = -10,20 valor-p = 0,580 NÃO	d = 15,61 valor-p = 0,192 NÃO
Cimento de Rickert			d = -62,81 p < 0,0001 SIM	d = -37,00 valor-p = 0,0002 SIM
Pulp-fill				d = 25,81 valor-p = 0,009 SIM

Legenda: NÃO significa inexistência de associação estatisticamente significativa, ao nível de significância de 5%, entre o par de cimentos indicados na linha e na coluna respectiva. SIM significa associação estatisticamente significativa ($p < 0,05$).

5.4. Relação entre a incorporação do pó e o tempo de espatulação:

A incorporação do pó é entendida aqui como sendo a relação pó / líquido tratada no item 5.2.

A investigação da relação entre a incorporação do pó e o tempo de espatulação foi realizada pelo coeficiente de correlação r (de Pearson, quando pelo modelo linear) entre ambas, para cada cimento. Quando pelo menos uma das variáveis não apresentou condições de normalidade, o coeficiente de correlação utilizado foi o de Spearman.

Os modelos foram construídos tomando a relação pó / líquido como variável explicativa (x) e o tempo de espatulação como variável explicada (y).

Tabela 9 - Relação pó / líquido - Tempo de espatulação.

<i>Cimentos</i>	<i>r</i>	<i>r_s de Spearman</i>	<i>Coefficiente de Determinação (r²)</i>	<i>Modelo</i>	<i>Valor-p</i>
Endofill	0,341	-	0,1163	Linear	0,5744
	0,431	-	0,1860	Quadrático	0,8140
Intrafill	0,075	-	0,0057	Linear	0,904
	0,540	-	0,2918	Quadrático	0,708
Cimento de Rickert	0,786	-	0,6183	Linear	0,115
	0,895	-	0,8011	Quadrático	0,199
Pulp-fill	-	0	0,0358	Linear	0,760
	0,958	-	0,917	Quadrático	0,083
Target	0,413	-	0,1703	Linear	0,490
	0,835	-	0,697	Quadrático	0,303

A seguir estão apresentadas as curvas de regressão para cada um dos modelos referente a cada cimento, onde x representa a relação pó / líquido e y o tempo de espatulação:

a) Modelo linear: $y = -100x + 135,2$.

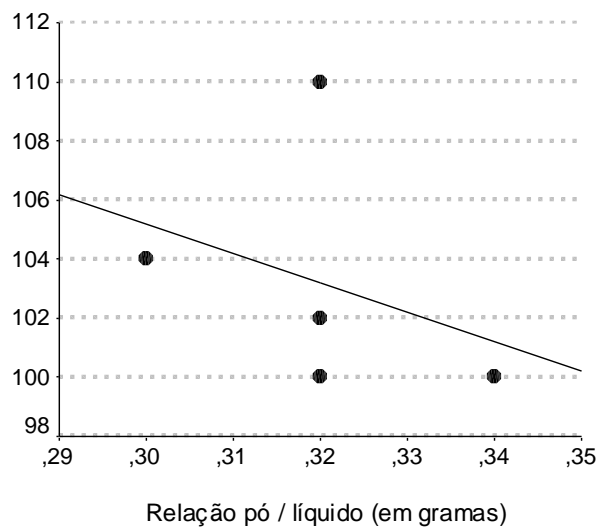


Gráfico 3 - Endofill® - modelo linear.

b) Modelo quadrático: $y = -5000x^2 + 3100x - 376$.

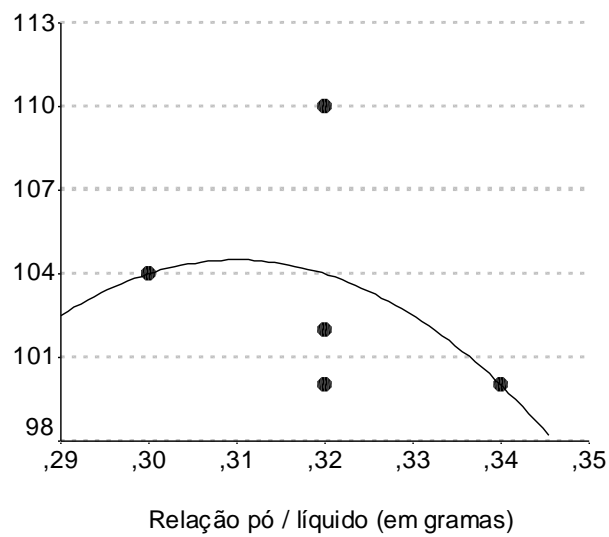


Gráfico 4 - Endofill® - modelo quadrático.

a) Modelo linear: $y = -82,042x + 199,742$

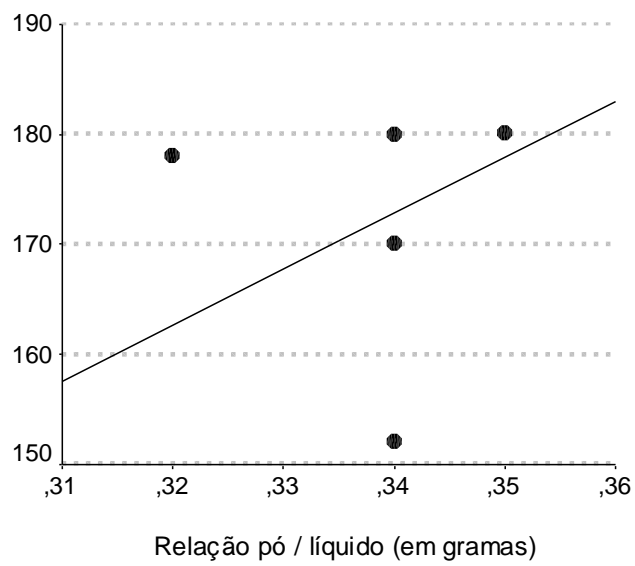


Gráfico 5 - Intrafill® - modelo linear.

b) Modelo quadrático: $y = 60150 x^2 - 40232 x + 6892,93$.

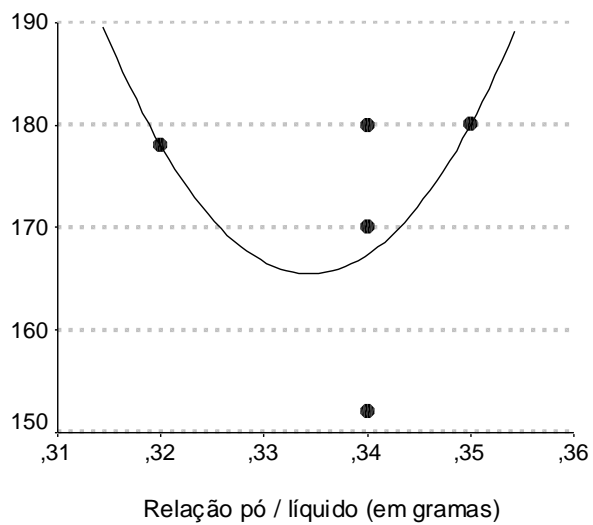


Gráfico 6 - Intrafill® - modelo quadrático.

a) Modelo linear: $y = 254,02 x + 25,92$.

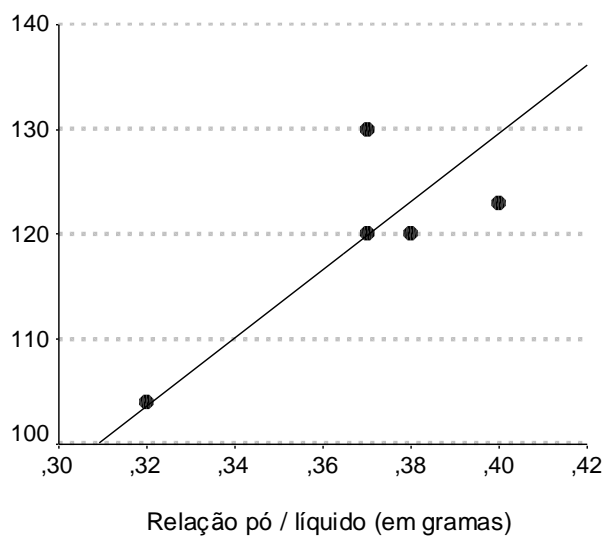


Gráfico 7 - Cimento de Rickert® - modelo linear.

b) Modelo quadrático: $y = -5382,07 x^2 - 4097,56 x - 655,90$.

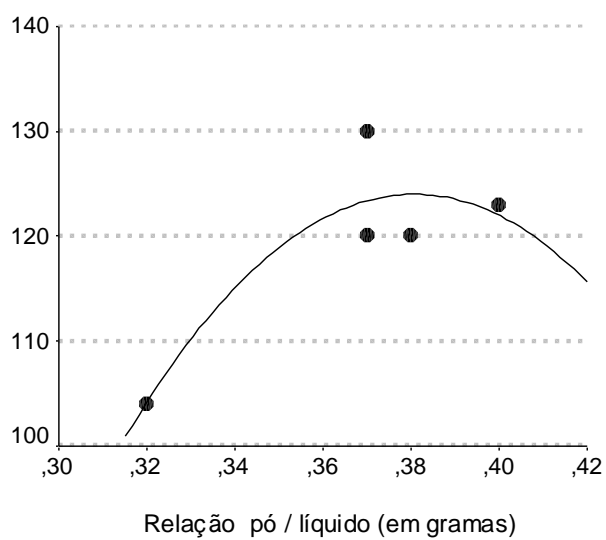


Gráfico 8 - Cimento de Rickert® - modelo quadrático.

a) Modelo linear: $y = -188,09 x + 231,867$.

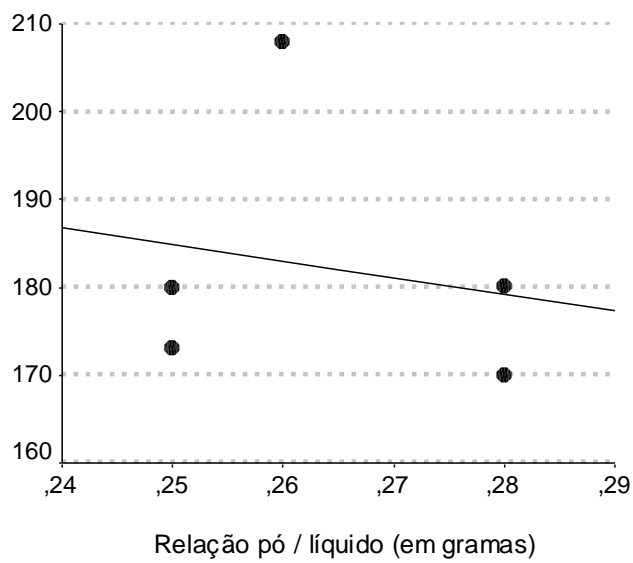


Gráfico 9 - Pulp-fill® - modelo linear.

b) Modelo quadrático: $y = -159950 x^2 + 84724,5 x - 11008$.

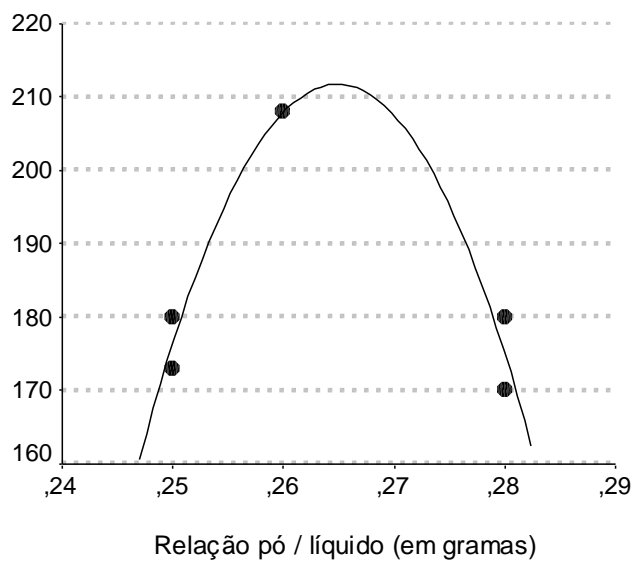


Gráfico 10 - Pulp-fill® - modelo quadrático.

a) Modelo linear: $y = 329,412 x + 71,4118$.

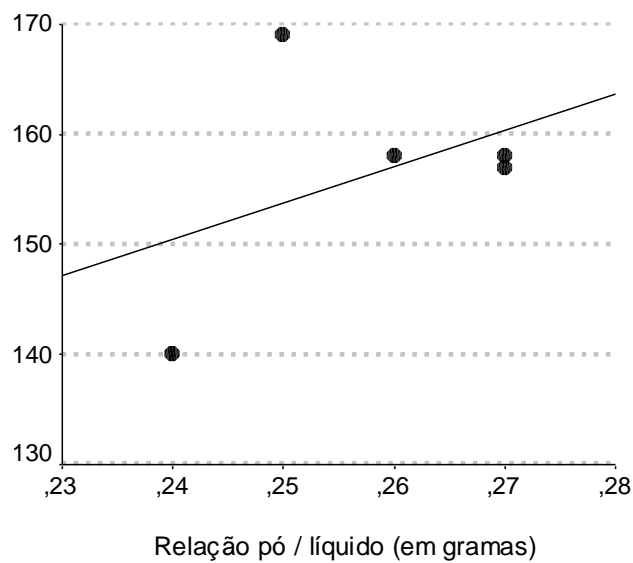


Gráfico 11 - Target® - modelo linear.

b) Modelo quadrático: $y = -70513 x^2 + 36415,4 x - 4535,6$.

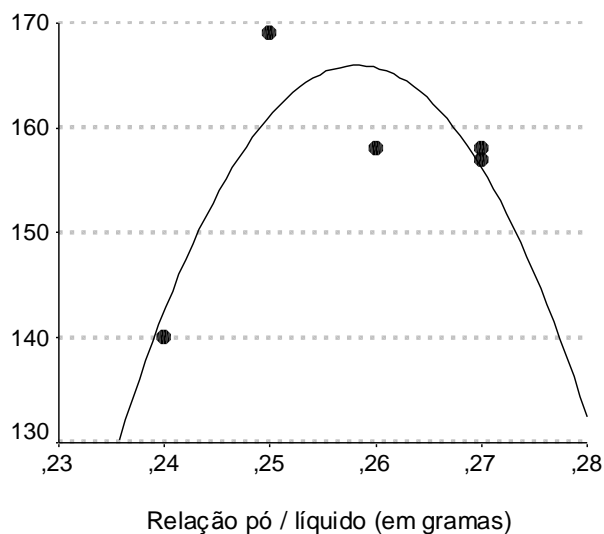


Gráfico 12 - Target® - modelo quadrático.

Nenhum dos modelos apresentou significância estatística de ajustamento da relação pó / líquido com o tempo de espatulação para os dados de cada um dos cimentos ($p > 0,05$), mesmo os modelos quadráticos que apresentaram melhores coeficientes de determinação. Concluiu-se que as relações lineares são precárias para o Endofill® e o Target®, inexistentes para o Intrafill® e o Pulp-Fill® e forte para o Cimento de Rickert® e que (lineares ou quadráticas) não alcançam expressão além do âmbito das respectivas amostras.

5.5. Escoamento:

O gráfico de caixa (box plot) a seguir apresenta a distribuição dos valores observados do escoamento segundo o cimento utilizado:

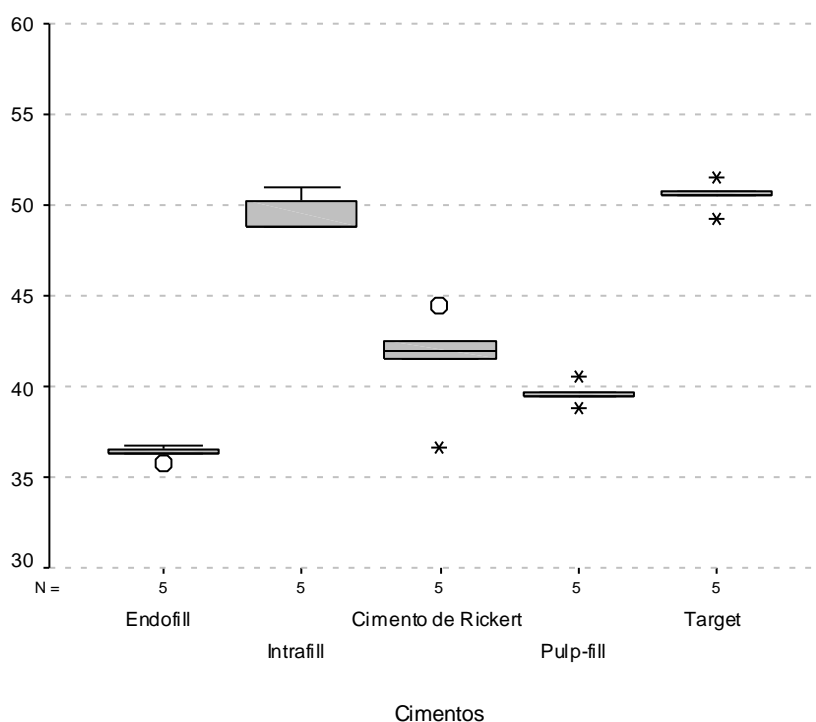


Gráfico 13 - Escoamento.

O teste de Shapiro-Wilk, ao nível de significância de 5 %, indicou a normalidade dos dados relativos ao escoamento ($p > 0,05$) para os cimentos Endofill[®], Cimento de Rickert[®], Pulp-Fill[®] e Target[®] e a não normalidade ($p < 0,05$) para os dados do Intrafill[®], conforme sumarizado na tabela 10.

Tabela 10 - Escoamento - Teste de Shapiro-Wilk.

Cimentos		Estatística de Shapiro-Wilk		
		W	Graus de liberdade	Valor-p
Escoamento	Endofill	,952	5	,693
	Intrafill	,739	5	,035
	Cimento de Rickert	,914	5	,458
	Pulp-fill	,967	5	,811
	Target	,958	5	,739

Como a condição de normalidade não se verificou para todos os grupos, a análise de possíveis diferenças entre os cimentos deve ser realizada por métodos não paramétricos, especificamente o teste de Kruskal-Wallis e, caso necessário, o teste de Mann-Whitney.

O teste de Kruskal-Wallis, ao nível de significância de 5 %, indicou a existência de diferença estatística altamente significativa entre os escoamentos para os cimentos utilizados ($\chi^2 = 21,300$; g.l.: 4; valor-p = 0,0003), cuja síntese encontra-se na tabela 11.

Tabela 11 - Escoamento - Teste de Kruskal-Wallis.

Teste de Kruskal-Wallis ^a	
Estatísticas	Escoamento
Qui-quadrado	21,300
Graus de liberdade	4
valor-p	,0003

a. Variável de agrupamento: Cimentos

A avaliação das diferenças dos escoamentos entre os cimentos através da estatística U do teste de Mann-Whitney, ao nível de significância de 5 %, evidenciou que o Endofill[®] apresentou diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) em relação a todos os outros cimentos. Evidenciou também que cada um dos demais cimentos (Intrafill[®], Cimento de Rickert[®], Pulp-Fill[®] e Target[®]) apresentou diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) em relação a todos os outros cimentos, a exceção de um único deles cada um: o Intrafill[®] não difere estatisticamente ($p > 0,05$) do Target[®] e vice-versa e o Cimento de Rickert[®] não difere

estatisticamente ($p > 0,05$) do Pulp-Fill[®] e vice versa. Esses achados estão resumidos na tabela 12.

Tabela 12 - Escoamento - Teste de Mann-Whitney.

	Intrafill	Cimento de Rickert	Pulp-fill	Target
Endofill	U = 0 valor-p = 0,009 SIM	U = 1 valor-p = 0,016 SIM	U = 0 valor-p = 0,009 SIM	U = 0 valor-p = 0,009 SIM
Intrafill		U = 0 valor-p = 0,009 SIM	U = 0 valor-p = 0,009 SIM	U = 5 valor-p = 0,115 NÃO
Cimento de Rickert			U = 5 valor-p = 0,116 NÃO	U = 0 valor-p = 0,009 SIM
Pulp-fill				U = 0 valor-p = 0,009 SIM

Legenda: NÃO significa inexistência de associação estatisticamente significativa, ao nível de significância de 5%, entre o par de cimentos indicados na linha e na coluna respectiva. SIM significa associação estatisticamente significativa ($p < 0,05$).

5.6. Tempo de endurecimento:

O gráfico de caixa (box plot) a seguir apresenta a distribuição dos valores observados do tempo de endurecimento segundo o cimento utilizado:

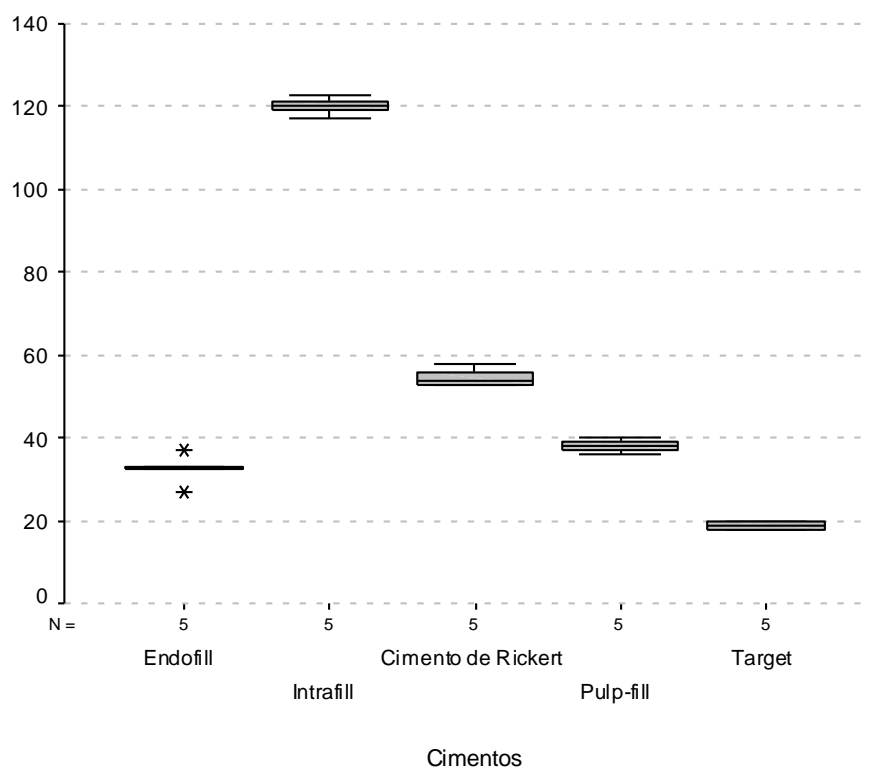


Gráfico 14 - Tempo de endurecimento.

O teste de Shapiro-Wilk, ao nível de significância de 5 %, indicou a normalidade dos dados relativos ao tempo de endurecimento ($p > 0,05$) para os cimentos Endofill[®], Intrafill[®], Cimento de Rickert[®] e Pulp-Fill[®], e a não normalidade ($p < 0,05$) para os dados do Target[®], conforme sumarizado na tabela 13.

Tabela 13 - Tempo de endurecimento - Teste de Shapiro-Wilk.

Cimentos		Estatística de Shapiro-Wilk		
		W	Graus de liberdade	Valor-p
Tempo de endurecimento	Endofill	,950	5	,678
	Intrafill	,994	5	,990
	Cimento de Rickert	,837	5	,203
	Pulp-fill	,954	5	,708
	Target	,738	5	,034

Como a condição de normalidade não se verificou para todos os grupos, a análise de possíveis diferenças entre os cimentos deve ser realizada por métodos não paramétricos, especificamente o teste de Kruskal-Wallis e, caso necessário, o teste de Mann-Whitney.

O teste de Kruskal-Wallis, ao nível de significância de 5 %, indicou a existência de diferença estatística altamente significativa entre os tempos de endurecimento para os cimentos utilizados ($\chi^2 = 22,852$; g.l.: 4; valor-p = 0,0001), cuja síntese encontra-se na tabela 14.

Tabela 14 - Tempo de endurecimento - Teste de Kruskal-Wallis.

Teste de Kruskal-Wallis^a	
	Endurecimento (em segundos)
Qui-quadrado	22,852
Graus de liberdade	4
Valor-p	,0001

^a. Variável de agrupamento: Cimentos

A avaliação das diferenças dos tempos de endurecimento entre os cimentos através da estatística U do teste de Mann-Whitney, ao nível de significância de 5 %, evidenciou que todos os cimentos apresentaram diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre si. Esses achados estão resumidos na tabela 15.

Tabela 15 - Tempo de endurecimento - Teste de Mann-Whitney.

Intrafill	Cimento de Rickert	Pulp-fill	Target
-----------	--------------------	-----------	--------

Endofill	U = 0 valor-p = 0,009 SIM	U = 0 valor-p = 0,009 SIM	U = 1,5 valor-p = 0,021 SIM	U = 0 valor-p = 0,009 SIM
Intrafill		U = 0 valor-p = 0,009 SIM	U = 0 valor-p = 0,009 SIM	U = 0 valor-p = 0,009 SIM
Cimento de Rickert			U = 0 valor-p = 0,009 SIM	U = 0 valor-p = 0,008 SIM
Pulp-fill				U = 0 valor-p = 0,009 SIM

Legenda: *SIM* significa existência de associação estatisticamente significativa, ao nível de significância de 5%, entre o par de cimentos indicados na linha e na coluna respectiva.

5.7. Tempo de trabalho:

O gráfico de caixa (box plot) a seguir apresenta a distribuição dos valores observados do tempo de trabalho segundo o cimento utilizado:

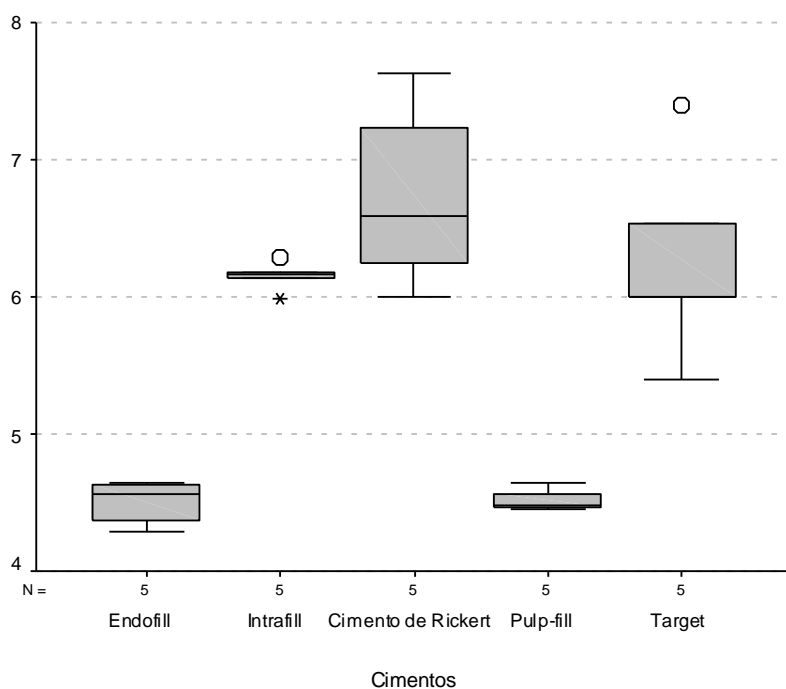


Gráfico 15 - Tempo de trabalho.

O teste de Shapiro-Wilk, ao nível de significância de 5 %, indicou a normalidade dos dados relativos ao tempo de trabalho ($p > 0,05$) para todos os cimentos, conforme sumarizado na tabela 16.

Tabela 16 - Tempo de trabalho - Teste de Shapiro-Wilk.

	Cimentos	Estatística de Shapiro-Wilk		
		W	Graus de liberdade	Valor-p
Tempo de trabalho	Endofill	,809	5	,110
	Intrafill	,973	5	,852
	Cimento de Rickert	,896	5	,397
	Pulp-fill	,853	5	,255
	Target	,952	5	,695

Como a condição de normalidade se verificou para todos os grupos, a análise de possíveis diferenças entre os cimentos deve ser realizada por métodos paramétricos, especificamente pela Análise da Variância (ANOVA) e, caso necessário, o teste de Tukey para as comparações múltiplas, se as variâncias forem iguais, ou o teste de Dunnett se não o forem.

A análise da variância (ANOVA) indicou a existência de diferença estatística altamente significativa entre os tempos de trabalho para os cimentos utilizados ($F_{obs} = 25,666$; g.l.: 4 e 20; $p < 0,01$), sintetizada na tabela 17.

Tabela 17 - Tempo de trabalho - Análise da variância.

Tempo de trabalho (segundos)					
Fonte de variação	Soma de Quadrados	Graus de liberdade	Quadrado Médio	F	valor-p
Entre os Cimentos	79367,540	4	19841,885	25,666	1,2E-07
Residual	15461,600	20	773,080		
Total	94829,140	24			

A estatística de Levene, ao nível de significância de 5 %, evidenciou a não homogeneidade das variâncias do tempo de trabalho para os cinco cimentos ($W = 6,348$; g.l. 4 e 20; valor-p = 0,002).

A avaliação das diferenças dos tempos de trabalho entre os cimentos através das comparações múltiplas pelo teste de Dunnett (estatística T3), ao nível de significância de 5 %, evidenciou que o Endofill[®] apresentou diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) em relação a todos os outros cimentos, exceto em relação ao Pulp-Fill[®] ($p > 0,05$). O Intrafill[®] diferenciou-se estatisticamente ($p < 0,05$) do Endofill[®] e do Pulp-Fill[®]. O cimento de Rickert[®] teve diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) do Endofill[®] e do Pulp-Fill[®]. O Pulp-

Fill[®] apresentou diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) em relação aos demais cimentos, com exceção do Intrafill[®] ($p > 0,05$). O Target[®] se diferenciou com significância estatística ($p < 0,05$) do Endofill[®] e do Pulp-Fill[®], mas não dos demais ($p > 0,05$). Estes achados estão resumidos na tabela 18.

Tabela 18 - Tempo de trabalho - Teste de Dunnett.

	Intrafill	Cimento de Rickert	Pulp-fill	Target
Endofill	T3 = -99,00 p < 0,0001 SIM	T3 = -134,30 valor-p = 0,012 SIM	T3 = -1,30 valor-p = 1 NÃO	T3 = -106,00 valor-p = 0,040 SIM
Intrafill		T3 = -35,30 valor-p = 0,549 NÃO	T3 = 97,70 p < 0,0001 SIM	T3 = -7,00 valor-p = 1 NÃO
Cimento de Rickert			T3 = 133,00 valor-p = 0,012 SIM	T3 = 28,30 valor-p = 0,949 NÃO
Pulp-fill				T3 = -104,70 valor-p = 0,039 SIM

Legenda: NÃO significa inexistência de associação estatisticamente significativa, ao nível de significância de 5%, entre o par de cimentos indicados na linha e na coluna respectiva. SIM significa associação estatisticamente significativa ($p < 0,05$).

5.8. Alteração dimensional após endurecimento:

O gráfico de caixa (box plot) a seguir apresenta a distribuição dos valores observados da alteração dimensional após endurecimento segundo o cimento utilizado:

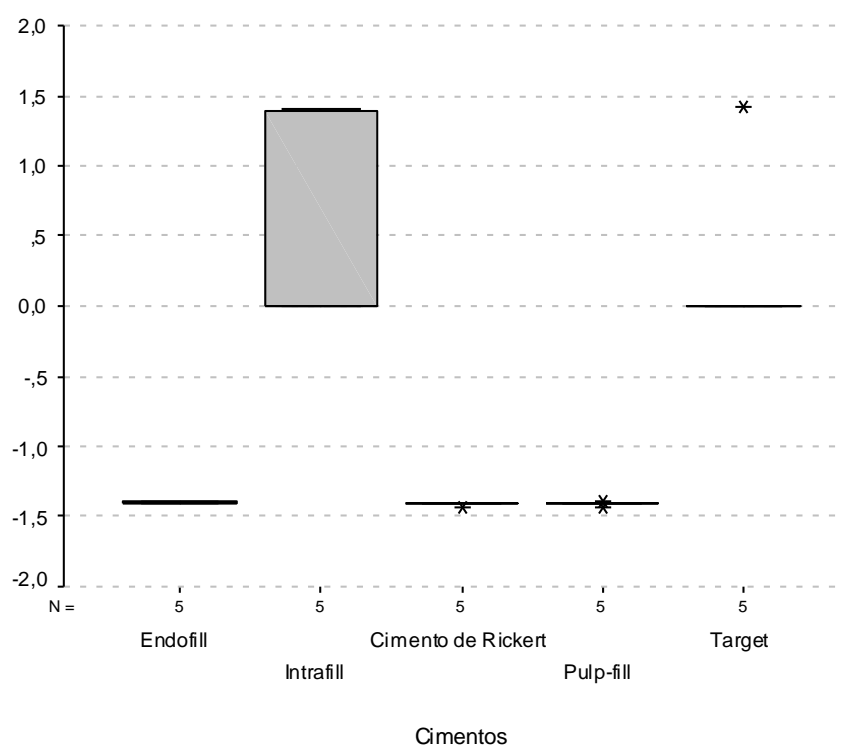


Gráfico 16 - Alteração dimensional após endurecimento.

O teste de Shapiro-Wilk, ao nível de significância de 5 %, indicou a normalidade dos dados relativos à alteração dimensional ($p > 0,05$) para o cimento Pulp-Fill[®] e a não normalidade ($p < 0,05$) para os cimentos Endofill[®], Intrafill[®], Cimento de Rickert[®] e Target[®], conforme sumarizado na tabela 19.

Tabela 19 - Alteração dimensional após endurecimento - Teste de Shapiro-Wilk.

Cimentos		Estatística de Shapiro-Wilk		
		W	Graus de liberdade	Val α -p
Alteração dimensional	Endofill	,615	5	,010
	Intrafill	,618	5	,010
	Cimento de Rickert	,587	5	,010
	Pulp-fill	,940	5	,600
	Target	,587	5	,010

Como a condição de normalidade não se verificou para todos os grupos, a análise de possíveis diferenças entre os cimentos deve ser realizada por métodos não paramétricos, especificamente o teste de Kruskal-Wallis e, caso necessário, o teste de Mann-Whitney.

O teste de Kruskal-Wallis, ao nível de significância de 5 %, indicou a existência de diferença estatística altamente significativa entre os escoamentos para os cimentos utilizados ($\chi^2 = 19,728$; g.l.: 4; valor-p = 0,001), cuja síntese encontra-se na tabela 20.

Tabela 20 - Alteração dimensional após endurecimento - Teste de Kruskal-Wallis.

Teste de Kruskal-Wallis ^a	
	Alteração dimensional
Qui-quadrado	19,728
Graus de liberdade	4
Valor-p	,001

a. Variável de agrupamento: Cimentos

A avaliação das diferenças das alterações dimensionais entre os cimentos através da estatística U do teste de Mann-Whitney, ao nível de significância de 5 %, evidenciou que o Endofill[®] apresentou diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) em relação ao Intrafill[®] e ao Target[®], mas não ao Cimento de Rickert[®] e ao Pulp-Fill[®] ($p > 0,05$). O Intrafill[®] diferenciou-se estatisticamente ($p > 0,05$) de todos os cimentos, exceto do Target[®] ($p > 0,05$). O cimento de Rickert[®] apresentou diferença estatisticamente significativa ($p < ,05$) do Intrafill[®] e do Target[®], mas não do Endofill[®] e do Pulp-Fill[®] ($p > 0,05$). O Pulp-Fill[®] apresentou diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) em relação ao Intrafill[®] e ao Target[®], mas não ao Endofill[®] e ao Cimento de Rickert[®] ($p > 0,05$). O Target[®] se diferenciou

com significância estatística ($p < 0,05$) de todos os cimentos, com exceção do Intrafill® ($p > 0,05$). Estes achados estão resumidos na tabela 21.

Tabela 21 - Alteração dimensional após endurecimento - Teste de Mann-Whitney.

	Intrafill	Cimento de Rickert	Pulp-fill	Target
Endofill	U = 0 valor-p = 0,007 SIM	U = 6 valor-p = 0,093 NÃO	U = 8,5 valor-p = 0,339 NÃO	U = 0 valor-p = 0,006 SIM
Intrafill		U = 0 valor-p = 0,006 SIM	U = 0 valor-p = 0,007 SIM	U = 11 valor-p = 0,700 NÃO
Cimento de Rickert			U = 10,5 valor-p = 0,606 NÃO	U = 0 valor-p = 0,005 SIM
Pulp-fill				U = 0 valor-p = 0,006 SIM

Legenda: NÃO significa inexistência de associação estatisticamente significativa, ao nível de significância de 5%, entre o par de cimentos indicados na linha e na coluna respectiva. SIM significa associação estatisticamente significativa ($p < 0,05$).

5.9. Avaliação do pH:

A tabela 22 expressa os valores obtidos para as mensurações do teste de avaliação do pH. Estes valores foram o resultado da média de duas medidas realizadas.

Tabela 22 - Avaliação do pH.

Cimento	Água	3 h	1 dia	2 dias	3 dias	4dias	5dias	6 dias	7 dias
Endofill®	5,81	7,07	7,25	7,22	7,24	7,25	7,24	7,32	7,23
Intrafill®	6,25	6,90	7,30	7,40	7,31	7,30	7,36	7,36	7,36
Cimento de Rickert®	5,80	6,39	6,92	6,88	7,02	7,10	7,12	7,09	7,06
Pulp-Fill®	5,82	7,06	7,20	7,22	7,25	7,25	7,24	7,31	7,25
Target®	5,82	6,20	6,35	6,70	7,10	7,25	7,30	7,32	7,36

O gráfico 17, apresentado em linhas, representa a evolução da variação percentual do pH dos cimentos em relação ao pH da água.

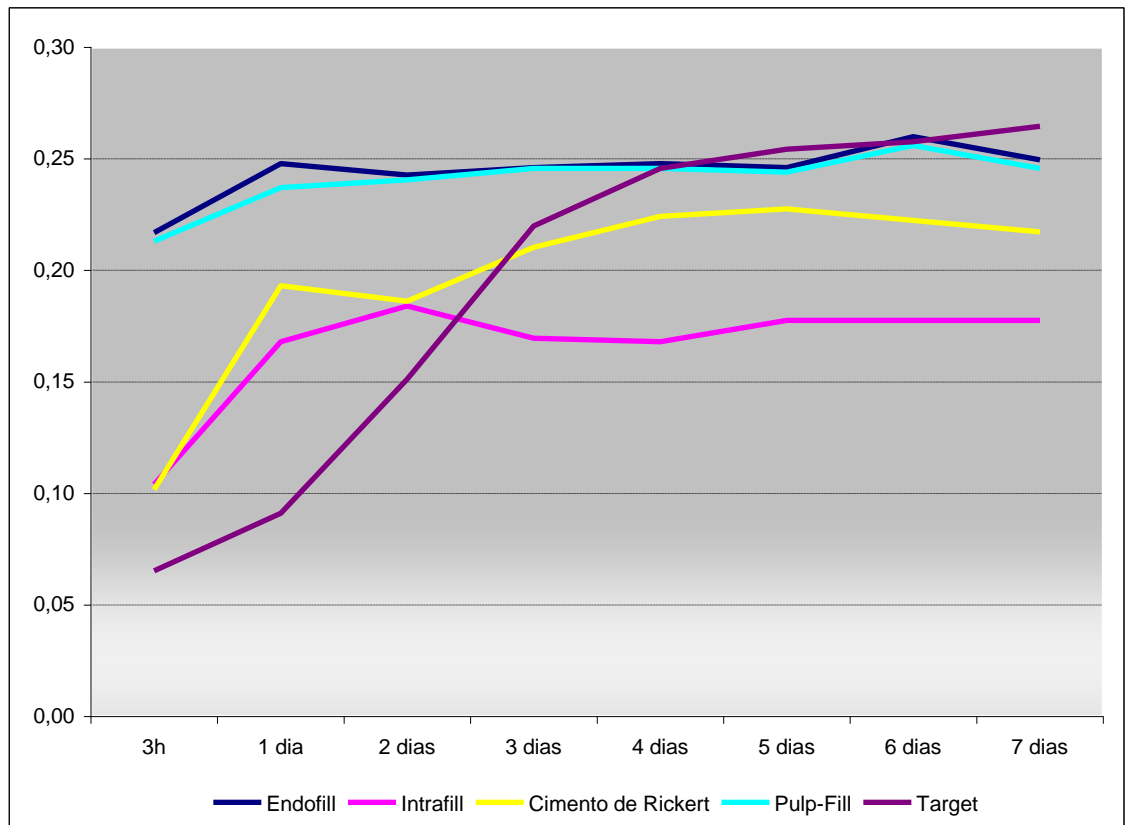


Gráfico 17 - Avaliação do pH.

DISCUSSÃO

6. DISCUSSÃO

Para este estudo, foram escolhidos os cimentos endodônticos à base de óxido de zinco e eugenol porque, concordando com outros autores^{3,20,87,95}, este tipo de cimento ainda é o mais utilizado na obturação do sistema de canais radiculares.

Foi considerado de fundamental importância o estudo das propriedades físico-químicas. SOARES E GOLDBERG¹⁰³ afirmaram que na realidade, quando se escolhe um cimento endodôntico, devê-se fazê-lo pensando em melhor aproveitar suas características físico-químicas. Um cimento poderá ser empregado em todos os casos, mas em certas circunstâncias seria mais fácil, e talvez se conseguisse uma obturação de melhor qualidade, utilizando um cimento apropriado às condições clínicas do dente em tratamento.

Há muito, autores como BRANSTETTER e FRAUNHOFER¹² concluíram que várias diferenças nas propriedades dos materiais eram relatadas na literatura, e grande parte ocorria devido aos vários métodos de testá-las, havendo necessidade de uma padronização dos testes. Finalmente, em 1984, a ADA divulgou a especificação número 57 para os cimentos endodônticos, a qual foi atualizada em 2000. Apesar de apresentar deficiências, foi a especificação escolhida para este trabalho por ser a mais importante e a mais utilizada pelos pesquisadores.

6.1. Determinação da relação pó / líquido dos cimentos testados:

A determinação da relação pó / líquido é etapa primordial nos trabalhos que estudam as propriedades físico-químicas, uma vez que essa relação tem influência direta sobre as

mesmas^{8,27,31,39,42,43,59,63,68,73,88,117,118}. Fez-se necessário o estabelecimento da relação pó / líquido de cada cimento a ser estudado, uma vez que as instruções do fabricante, quando existentes, são omissas quanto à informação sobre que quantidade de pó deveria ser misturada a determinado volume de líquido.

BRAUER¹³ recomendou a utilização de uma relação pó / líquido a maior possível, desde que isso proporcione uma massa com consistência passível de ser utilizada.

O volume de líquido aqui estabelecido foi escolhido porque é a quantidade indicada pela maioria dos fabricantes dos cimentos estudados. Quando o volume de cimento resultante dessa mistura não era suficiente para realizar os testes propostos, faziam-se aumentos proporcionais nas quantidades de pó e de líquido, observando-se rigorosamente a relação pó / líquido obtida para o material em avaliação. Além disso, foi utilizado um conta-gotas padrão, como descrito em Material e Métodos, também com a finalidade de facilitar o entendimento por parte do clínico ou do especialista.

Através da análise estatística dos resultados verificamos que o Cimento de Rickert[®] foi o que apresentou a maior relação pó / líquido, isto é, incorporou maior quantidade de pó a um mesmo volume de líquido do que os demais cimentos. O Cimento de Rickert[®] diferenciou-se com significância estatística dos outros materiais, com exceção do Intrafill[®]. O Endofill[®] e o Intrafill[®] não apresentaram diferença estatisticamente significativa. O Pulp-Fill[®] e o Target[®] mostraram diferença com os outros cimentos, sem apresentarem-se estatisticamente diferentes entre si.

As diferenças encontradas provavelmente podem ser explicadas pela diferente formulação de cada cimento.

SAVIOLI⁸⁹ relatou que a adição de resina natural proporciona uma maior agregação de pó a um mesmo volume de líquido, e que quanto maior for a porcentagem de óxido de zinco presente na fórmula, menor será a relação pó / líquido.

Por sua vez, SOUZA-NETO¹⁰⁵ observou que os cimentos obtidos a partir das resinas hidrogenadas necessitam de uma maior quantidade de pó para se obter a consistência clínica ideal preconizada por GROSSMAN⁴³, do que os alcançados a partir do breu (resina natural). O autor explicou os resultados da seguinte forma: a resina hidrogenada apresenta menor caráter inorgânico (baixa condutividade elétrica), o que propicia sua rápida solubilização ao eugenol permitindo uma maior incorporação de pó. Além disso, o pH menos ácido faz com que a reação entre o óxido de zinco e o eugenol se processe mais lentamente, promovendo assim um aumento na relação pó / líquido.

SOUZA-NETO¹⁰⁴, estudando a adição de óleos vegetais ao eugenol, concluiu que esta adição diminuiu a quantidade de pó incorporada a um mesmo volume de líquido. A incorporação de maior ou menor quantidade de pó aos diferentes líquidos avaliados deve-se à viscosidade das misturas finais. Quando comparado com as suas misturas com óleos vegetais, o eugenol puro apresenta baixa viscosidade, que determina que o mesmo incorpore maior quantidade de pó para obtenção da consistência clínica ideal.

Ainda relacionado à composição, PHILLIPS e LOVE⁷⁹ estabeleceram que o efeito exato dos agentes adicionados às misturas de óxido de zinco e eugenol depende da combinação particular empregada e da propriedade que está sendo avaliada.

NASSRI et al.⁶⁸ acreditam que as diferenças na relação pó / líquido possam ser oriundas de diferentes velocidades de adição do pó ao líquido, diferentes tipos de espátulação, pressão da espátula sobre a placa, características também citadas por DE DEUS²⁷ como fatores que levam à variação da proporção pó / líquido.

Dos cinco cimentos testados, apenas três fornecem a composição em suas bulas, entretanto nenhum deles informa a quantidade de cada componente. Após solicitação, o fabricante do Intrafill[®] nos apresentou sua constituição. Mesmo após inúmeros pedidos justificando a finalidade, a Lenzafarm, fabricante do Cimento de Rickert[®] por nós avaliado, não nos concedeu sua composição.

Analisando a fórmula preconizada por Rickert[®], baseados nos estudos anteriormente citados, podemos supor que o Cimento de Rickert[®] avaliado neste trabalho, apresentou a maior relação pó / líquido por conter a resina natural, e talvez por uma concentração mais alta do óxido de zinco. Quanto ao Intrafill[®], não nos foi informado o tipo de resina que o mesmo possui, então podemos especular que fosse resina natural.

A mais baixa relação pó / líquido do Target[®], apesar de conter resina natural, pode ser justificada pela mistura dos agentes na composição particular empregada, de acordo com o trabalho de PHILLIPS e LOVE⁷⁹. E ainda que todas as amostras tenham sido manipuladas pelo mesmo operador, diferentes velocidades de adição e pressão da espátula podem ter ocorrido nos momentos ditintos, fatores estes citados por DE DEUS²⁷ e NASSRI et al.⁶⁸ como variantes.

Contrariando a maioria dos estudos^{8,27,31,39,42,43,59,63,68,73,88,117,118}, inclusive este, CAMPS et al.²⁰ concluíram que variações na proporção pó / líquido têm uma limitada influência nas propriedades, variando de acordo com a marca do cimento. E ainda, que os endodontistas podem preparar os cimentos endodônticos à base de óxido de zinco e eugenol na consistência preferida, de acordo com a técnica de obturação escolhida.

Embora as diferenças, foi observado que todos os cimentos estudados forneceram a consistência clínica ideal preconizada por GROSSMAN⁴³, necessária para os testes realizados.

6.2. Tempo de espatulação:

Neste trabalho, o tempo de manipulação para a obtenção da consistência clínica ideal foi livre, assim como nos experimentos de SAVIOLI^{88,89}, SILVA⁹⁶, FIDEL³¹ e SOUZA-NETO^{104,105}.

O Endofill[®] demonstrou o menor tempo de espatulação, apresentando diferença estatisticamente significativa em relação aos outros cimentos, com exceção do Cimento de Rickert[®], o qual também se diferenciou com significância estatística dos outros três. Separadamente, tanto o Pulp-Fill[®], que obteve o maior tempo, quanto o Target[®], diferenciaram-se estatisticamente dos demais, com exceção do Intrafill[®], que por sua vez demonstrou diferença estatística do Endofill[®] e do Cimento de Rickert[®].

Considerando a menor quantidade de líquido utilizada neste trabalho, com quase todos os cimentos obteve-se a consistência clínica ideal antes de o tempo de espatulação preconizados por GROSSMAN⁴⁵. A exceção foi o Pulp-Fill[®], que ficou justamente em torno deste tempo.

Concordando com NASSRI et al.⁶⁸, mas discordando de SAVIOLI⁸⁹, não encontramos correlação entre a proporção pó / líquido e o tempo de espatulação.

Acreditamos que o tempo de espatulação possa variar de acordo com as diferentes velocidades de adição do pó ao líquido e pressão da espátula sobre a placa nos momentos distintos da manipulação, mesmo tendo sido realizada pelo mesmo operador. E ainda, que o tamanho das partículas do pó também tenha influência sobre o tempo de espatulação, facilitando ou dificultando a manipulação.

SAVIOLI et al.⁹⁰ relataram que o tempo de espatulação está inversamente relacionado à quantidade de óxido de zinco presente na fórmula, aspecto a ser considerado, mas que não podemos discutir porque não nos foi fornecido.

SKINNER, COOPER e ZIEHM¹⁰² observaram que o tempo de espatulação tornou-se menor com o aumento da temperatura e umidade relativa, condições rigidamente controladas neste trabalho.

6.3. Escoamento:

O escoamento é definido como a movimentação de um fluido sob a ação do seu próprio peso. O escoamento de um cimento endodôntico constitui um fator importante no desempenho clínico do material, pois interfere na sua capacidade de penetrar em pequenas irregularidades da dentina e em canais laterais⁴⁷.

COOLIDGE²⁴ considerou como primeiro requisito para um cimento endodôntico desejável, ser plástico o suficiente no momento da inserção, para adaptar-se às várias formas e contornos de cada canal.

SIQUEIRA et al.¹⁰⁰ afirmaram que cimentos com ótima habilidade de escoamento podem teoricamente auxiliar na eliminação dos microrganismos localizados em áreas confinadas do sistema de canais radiculares.

Em estudo recente, LACEY et al.⁵⁷ concluíram que o escoamento até o ápice e para as irregularidades internas é primordial. Caso contrário, haverá espaço para sobrevivência e proliferação de bactérias patogênicas restantes e possibilidade de infiltração de microrganismos, nutrientes e toxinas bacterianas.

Ao mesmo tempo, McMICHEN et al.⁶⁵ relataram que o escoamento excessivo pode resultar em extravazamento através do ápice, o que deve ser evitado, porque os estudos relacionados ao sucesso do tratamento endodôntico indicam que a extrusão do material obturador, incluindo o cimento, pode comprometer o reparo periapical.

A determinação do escoamento pode ser realizada por várias técnicas: viscosidade, penetrabilidade, espalmabilidade e extrusão⁵⁸. O método utilizado neste estudo, seguindo a especificação número 57 da ADA⁵, foi o da espalmabilidade ou extensibilidade, que foi definido como sendo a área média obtida quando o material é submetido a uma carga constante por um tempo determinado. Segundo LARA⁵⁸, este método refere-se à capacidade de espalmar ou de tornar plana a superfície de uma preparação quando submetida a uma determinada força. Refere-se também à facilidade com que ela se espalha e se estende mediante uma tração.

SOUZA-NETO¹⁰⁵ afirmou que o teste de escoamento preconizado pela ADA é um teste bastante elástico, visto que na literatura consultada, a grande maioria dos cimentos é aprovada quando submetida a este teste.

Quando foi atualizada, em 2000, a especificação número 57 passou a considerar o valor mínimo de 20 mm para o escoamento, ao invés do valor anterior de 25 mm.

BRANSTETTER e FRAUNHOFER¹², em sua revisão de literatura, divulgaram que o escoamento ideal ainda não foi estabelecido. E que os resultados dos estudos revelaram que o estabelecimento da taxa de escoamento é difícil.

No presente estudo todos os cimentos apresentaram escoamento superior ao mínimo exigido pela especificação número 57 da ADA⁵. O Target[®] apresentou o maior escoamento, diferenciando-se com significância estatística dos outros materiais, com exceção do Intrafill[®], que por sua vez também se diferenciou estatisticamente dos demais. Com o menor valor de escoamento, o Endofill[®] diferenciou-se de todos os outros cimentos. Separadamente, o Cimento de Rickert[®] e o Pulp-Fill[®] apresentaram diferença estatisticamente significativa em relação aos outros materiais, sem se diferenciarem-se entre si.

Em 1982, GROSSMAN⁴⁸ demonstrou que a adição de resina aumenta a plasticidade do cimento favorecendo o seu escoamento. Este fato foi confirmado por outros autores^{89,92,91}, que constataram o aumento do escoamento quando foi adicionada resina natural.

Alguns estudos^{89,92} observaram que o sulfato de bário também aumenta o escoamento.

Contrariando GROSSMAN⁴⁷, que não detectou correlação, outros trabalhos^{37,52,73,77,116} encontraram que o tamanho das partículas do pó do cimento influencia o escoamento de forma inversa, ou seja, quanto menor o tamanho das partículas, maior é o escoamento.

SOUZA-NETO¹⁰⁴ enfatizou que o escoamento do cimento tipo Grossman está relacionado com a viscosidade do líquido de modo inversamente proporcional, ou seja, quanto mais viscoso for o líquido, menor será o escoamento do cimento. Concluiu ainda que a adição do óleo vegetal ao eugenol promove um líquido com maior viscosidade, e este aumento da viscosidade diminui o escoamento da massa resultante.

UHRICH, MOSER e HEUER¹¹² relataram que a maioria dos cimentos endodônticos é pseudoplástica, e assim sua viscosidade é reduzida. E que o escoamento cresce quando a força de cisalhamento aumenta durante a compactação.

MENDONÇA et al.⁶² verificaram uma relação diretamente proporcional entre a idade do eugenol e o escoamento, isto é, se o eugenol é envelhecido, o escoamento do cimento aumenta, provavelmente por conta do decréscimo da viscosidade do líquido devido à oxidação, como também observou SOUZA-NETO¹⁰⁴.

Alguns pesquisadores^{62,63,73} acreditaram que diferenças na proporção pó / líquido possam explicar a ampla variação de escoamento que encontraram em seus estudos.

PÉCORA et al.⁷⁶, VASSILIADIS, SKLAVOUNOS e STAVRIANOS¹¹³ já observaram que a capacidade do cimento à base de óxido de zinco e eugenol de penetrar nos canais laterais e irregularidades anatômicas também depende da correta manipulação do

cimento, respeitando a proporção pó / líquido e a consistência clínica ideal, que é mais importante e de mais fácil controle pelo dentista.

Concordando com os estudos anteriores, KAPLAN et al.⁵⁴ sugeriram que o escoamento pode variar, não só de acordo com a composição do cimento, mas também com a consistência final e a reação de endurecimento.

Utilizando uma metodologia diferente, por meio da imagem formada pelo feixe de elétrons do MEV, alguns autores^{26,71,95,113} avaliaram o escoamento do cimento nos túbulos dentinários patentes. Observaram diferentes profundidades de penetração intradentinária entre os diversos cimentos endodônticos testados, relatando que a composição química do cimento e suas características físicas, tais como a capacidade de escoamento, a viscosidade e o tamanho das partículas devam exercer influência significativa na capacidade destas substâncias penetrarem no tecido dentário.

Através dos estudos citados, verificamos que inúmeros fatores, alguns mais facilmente controláveis, afetam o escoamento dos cimentos endodônticos.

Provavelmente, o Target[®] apresentou o maior valor de escoamento devido à quantidade significativa de resina natural, assim como de sulfato de bário. Seu líquido é constituído de eugenol puro, o que segundo SOUZA-NETO¹⁰⁴ também pode favorecer o escoamento.

Quanto ao Intrafill[®], podemos supor que a presença de “resinas” seja significativa.

O menor valor de escoamento do Endofill[®] pode ser explicado pela presença da resina hidrogenada, e talvez pela pouca quantidade. E ainda pela presença de óleo de amêndoas doces em seu líquido.

Todos os cimentos demonstraram valor acima do requerido, mas concordando com BRANSTETTER e FRAUNHOFER¹², observamos que o valor ideal ainda não foi estabelecido e que esta determinação é difícil.

6.4. Tempo de trabalho:

Não existe tempo de trabalho ideal estipulado para os cimentos endodônticos, porém a necessidade clínica demanda que este deva ser longo o suficiente para permitir a colocação e o ajuste se necessário da completa obturação^{50,65}.

GROSSMAN⁴⁴ considerou ótimo o tempo de duas horas. E ainda relatou que um tempo de endurecimento muito rápido pode dificultar o tempo de trabalho.

O tempo de trabalho aferido para um determinado cimento endodôntico, segundo a especificação número 57 da ADA⁵, não pode ser menor do que 90 % do estabelecido pelo fabricante. Ocorre que a maioria dos fabricantes não faz menção a este tempo, prejudicando o enquadramento dos cimentos na referida especificação. Além disso, tanto HYDE⁵², quanto SILVA⁹⁶ e FIDEL³¹, salientaram muito bem o fato de que esta determinação do tempo de trabalho não reflete a situação rotineira de uso clínico dos materiais. O tempo de trabalho clínico real ocorre quando a superfície do material começa a endurecer, formando uma película superficial. Isto impede a transferência fácil do material para os cones de guta-percha, bem como a inserção no interior do canal.

ZERLOTTI FILHO¹²² realizou avaliação pessoal do tempo de trabalho durante o qual o material mantinha-se numa consistência suficiente para ser levada ao canal.

O tempo de trabalho não foi muito estudado pelos autores presentes na literatura^{52,73,96,104,122}.

Neste trabalho, o Cimento de Rickert[®] demonstrou o maior tempo de trabalho, não havendo diferença estatística significativa em relação ao Target[®] e ao Intrafill[®]. Estes dois últimos também não se diferenciaram entre si. Com o menor valor, o Endofill[®] apresentou diferença estatística significativa com todos os outros, com exceção do Pulp-Fill[®], que por sua vez também se diferenciou dos demais.

Mc COMB e SMITH⁶³ colocaram que testes de escoamento e tempo de endurecimento quando realizados a 37 °C e 100 % de umidade relativa proporcionam uma avaliação do tempo de trabalho e fluidez sob condições in vivo. Embora o tempo de trabalho e a fluidez necessários irão variar dependendo da técnica utilizada, estudos têm mostrado que estes testes caracterizam o comportamento básico desses cimentos.

URICH, MOSER e HEUER¹¹² concluíram que tempo de trabalho depende dos componentes, do tamanho das partículas, da temperatura ambiente e umidade relativa. Assim como outros estudos^{9,31,96,121,123}, colocaram que não houve uma relação direta entre o tempo de endurecimento e um tempo de trabalho aceitável.

YOUNG et al.¹²¹ demonstraram que o tempo de trabalho variou de acordo com as marcas dos cimentos e temperatura ambiente.

ORSTAVIK⁷³ apontou a necessidade dos fabricantes fornecerem uma proporção pó / líquido ideal para o uso clínico dos materiais estudados.

BENATTI, STOLF e RUHNKE¹⁰ verificaram que o tempo de endurecimento permitia um tempo de trabalho suficiente, desde que a consistência do cimento estivesse dentro das condições ideais.

SAMPAIO et al.⁸⁶ determinaram o tempo de trabalho do cimento N-Rickert e encontraram uma relação entre a proporção pó / líquido empregada e o tempo útil de trabalho alcançado.

SOUZA-NETO¹⁰⁴ constatou que a adição de óleos vegetais ao eugenol proporcionou menor tempo de trabalho aos cimentos endodônticos.

SILVA et al.⁹⁹ realizaram um estudo onde os dois cimentos que obtiveram as menores taxas de escoamento também apresentaram os menores valores de tempo de trabalho.

De todas as propriedades avaliadas neste estudo, o tempo de trabalho mostrou a maior dificuldade em termos de comparação pela falta de informações a respeito, a deficiência da metodologia disponível e a variação da mesma entre os trabalhos, e ainda pela pequena quantidade de estudos encontrados na literatura.

Considerando a especificação, fica difícil enquadrar os cimentos na mesma porque poucos fabricantes forneceram o tempo de trabalho, e quando fornecido, não havia correlação entre os valores justamente pela diferença de definição e metodologia empregada.

Concordamos com outros autores^{31,52,96} que disseram que existe a necessidade de um novo e mais correto método para avaliação do tempo de trabalho.

Não obtivemos qualquer relação entre o tempo de endurecimento e tempo de trabalho, assim como outras pesquisas^{9,31,96,112,123}.

Como no estudo de SILVA et al.⁹⁹, neste experimento os dois cimentos com os menores valores de tempo de trabalho foram os mesmos com as menores taxas de escoamento, o que pode estar relacionado com a metodologia empregada.

6.5. Tempo de endurecimento:

As substâncias químicas adicionadas ao cimento à base de óxido de zinco e eugenol tem por finalidade proporcionar melhores propriedades físico-químicas. A reação de endurecimento deve-se fundamentalmente à reação entre o óxido de zinco e o eugenol¹⁰⁵.

A reação de endurecimento do óxido de zinco e eugenol é, essencialmente, uma reação iônica, com o eugenol servindo como doador de próton (H+). O hidrogênio fenólico no eugenol é substituído pelos íons zinco para formar um quelato óxido de zinco e eugenol³⁷.

O mecanismo de endurecimento dos cimentos à base de óxido de zinco e eugenol é resultante de misturas equimolares de óxido de zinco e eugenol, que consistem de óxido de zinco envolvido em uma matriz de cristais longos, à semelhança de uma cobertura, do quelato eugenolato de zinco^{13,109}. Sendo que, qualquer excesso de eugenol, é sorvido por ambos, ou seja, o eugenolato e o óxido de zinco¹³. A massa endurecida consiste de óxido de zinco envolvido por uma matriz de quelato eugenolato de zinco, que possui a seguinte fórmula: $(C_{10}H_{11}O_2)_2Zn^{16}$.

Segundo alguns autores^{1,47}, um cimento que endurece no interior do canal radicular em poucos minutos pode ser um ponto desfavorável para o operador que necessitar de ajustes na obturação. Por outro lado, um cimento que endurece muito lentamente pode irritar os tecidos periapicais, devido a um excesso de eugenol que resulta em uma quelação incompleta ou pode servir de causa da contração do cimento. Ainda segundo GROSSMAN⁴⁷, o tempo de endurecimento ideal, se é que ele existe, ainda não foi determinado.

Neste estudo o tempo de endurecimento variou de 19 minutos para o Target[®] a 2 horas para o Intrafill[®]. A análise das médias indicou a existência de diferença altamente significativa entre os tempos de endurecimento dos cimentos.

Vários trabalhos^{8,47,65,102,112,115} determinaram que o aumento da temperatura e da umidade relativa do ar diminuem o tempo de endurecimento.

Essa extensa faixa de tempo obtida entre o menor e o maior tempo de endurecimento deve-se provavelmente à composição dos cimentos, uma vez que fatores que interferem na

velocidade da reação como temperatura, umidade do ar, proporção pó / líquido e espessura da amostra^{8,15,27,47,52,65,88,89,96,102,112,115,117}, foram idênticos em todos os testes realizados.

BATCHELOR e WILSON⁸ afirmaram que a consistência e o tempo de endurecimento estão relacionados, sendo ambos medidos do desenvolvimento de forças e são, mutuamente, afetados pelos fatores que influenciam na velocidade da reação de endurecimento, tais como umidade e temperatura. Por este motivo, foram estabelecidas neste estudo, antes da realização dos testes das propriedades físico-químicas dos cimentos endodônticos, as relações pó / - líquido necessárias para se atingir a consistência clínica ideal preconizada por GROSSMAN⁴³.

O endurecimento do material aferido na placa não guarda relação com o que ocorre clinicamente, onde a temperatura e a umidade da cavidade bucal irão interferir no processo. A quantidade de material utilizado nas condições clínicas e laboratoriais são diferentes¹⁰⁵. Para evitar os efeitos que as variações da umidade e da temperatura poderiam provocar nos resultados dos testes, seguiu-se a determinação da ADA, que preconiza as condições ambientais em 37 °C e umidade relativa do ar de 95 %.

Segundo a norma utilizada neste trabalho, o tempo de endurecimento tem que ser igual ao estabelecido pelo fabricante ± 10 %, e para cimentos que têm um tempo de endurecimento maior que 30 minutos e menor que 72 horas, o valor medido deverá ser dentro do limite estabelecido pelo fabricante.

O Intrafill[®] foi o único a fornecer o tempo de endurecimento, e seu valor ficou dentro do estabelecido pelo fabricante.

Segundo GROSSMAN⁴⁵, o tempo de endurecimento de um cimento endodôntico deve ser de aproximadamente 20 minutos. Neste estudo, com uma média de 19 minutos, o Target[®] demonstrou o valor mais próximo do tempo preconizado pelo autor supra-citado.

Vários autores^{23,37,69,112,116,117}, ao contrário de GROSSMAN⁴⁷, encontraram uma relação diretamente proporcional entre o tamanho das partículas do pó com o tempo de endurecimento.

PÉCORA et al.⁷⁸ obtiveram resultado inverso, justificando que embora partículas menores sejam mais fáceis de manipular, o profissional tende a usar mais energia durante a manipulação de partículas maiores, fato que provocaria a trituração, reduzindo ou eliminando as diferenças em seus tamanhos.

Em 1958, GROSSMAN⁴⁴ relatou que o eugenol envelhecido, ou seja, oxidado, tende a acelerar a reação de endurecimento, observação confirmada por MENDONÇA et al.⁶². Concluiu que o líquido deve ser utilizado em sua forma límpida e transparente.

GROSSMAN^{45,49} salientou que a qualidade da resina influencia o tempo de endurecimento do cimento. Em 1976, ele relatou que o subnitrito de bismuto seria um acelerador do tempo de endurecimento, enquanto o borato de sódio seria um retardador. E que ambos os ingredientes, em quantidades balanceadas, promoveriam um tempo de endurecimento equilibrado⁴⁷.

SAVIOLI⁸⁹ demonstrou claramente o efeito acelerador da resina natural (breu) sobre a reação de endurecimento do óxido de zinco e eugenol, o que vem de encontro com as afirmações de GROSSMAN^{45,49} e de MOLNAR e SKINNER⁶⁶. A resina natural tem em sua composição uma predominância de ácido abiético, capaz de acelerar a reação de endurecimento. A adição de resina hidrogenada ao cimento por BRAUER, Mc LAUGHLIN E HUGET¹⁴ aumentou o tempo de endurecimento, confirmando os achados anteriores.

SAVIOLI⁸⁹ também declarou que o tetraborato de sódio anidro age como retardador do tempo de endurecimento dos cimentos à base de óxido de zinco e eugenol, corroborando

com os achados de GROSSMAN⁴³. Mas as propriedades aceleradoras do breu foram superiores à capacidade de retardar o tempo de endurecimento do tetraborato de sódio anidro.

Tendo como base alguns trabalhos^{15,37,49,89}, SOUZA-NETO¹⁰⁵ explicou a influência do pH das resinas na reação de endurecimento. Os breus apresentam pH mais ácido que as resinas hidrogenadas. Este pH mais ácido confere maior concentração hidrogeniônica, acelerando a reação química do óxido de zinco com o eugenol. Por outro lado, as resinas hidrogenadas apresentam pH menos ácido e baixa condutividade, propiciando uma reação química muito lenta entre o óxido de zinco e o eugenol.

SOUZA-NETO¹⁰⁴ ainda concluiu que a adição de óleos vegetais retarda a formação do eugenolato de zinco, aumentando o tempo de endurecimento, confirmando as afirmações de GROSSMAN⁴⁴ e KAPLOWITZ⁵⁵. A presença de óleos vegetais diminuiu a área de contato entre o eugenol e o óxido de zinco, diminuindo a velocidade da reação de quelação. Com a adição de óleo vegetais ao eugenol é necessária uma menor quantidade de pó do cimento para atingir a consistência clínica desejada. Esse fato faz com que não tenhamos equimolaridade entre o óxido de zinco e o eugenol e, conseqüentemente, uma menor quantidade de eugenolato de zinco. Uma menor produção do eugenolato de zinco produz retardo do endurecimento do cimento.

PHILLIPS e LOVE⁷⁹ estabeleceram que o efeito exato dos agentes adicionados às misturas de óxido de zinco e eugenol depende da combinação particular empregada e da propriedade que está sendo avaliada.

FIDEL³¹ concluiu que os cimentos obturadores do sistema de canais radiculares do tipo cimento de Grossman têm o tempo de endurecimento dependente do pH da resina natural empregada, da umidade relativa do ar no momento de sua fabricação, e ainda, da quantidade de agente retardador empregado no pó, o tetraborato de sódio anidro, e no líquido, do óleo de amêndoas doces.

O menor tempo de endurecimento apresentado pelo Target[®], provavelmente ocorreu pela presença de resina natural, associada a ausência de qualquer óleo vegetal, e ao equilíbrio entre o subcarbonato de bismuto e o sulfato de bário.

Quanto ao pequeno tamanho das partículas do pó, só podemos especular pela observação clínica, porque tal característica não foi avaliada neste trabalho.

Relacionado ao maior valor do Intrafill[®] fica a dúvida sobre a qualidade das “resinas” e ainda a quantidade de borato de sódio, agente retardador. De qualquer forma, este cimento demonstrou o tempo de endurecimento preconizado por seu fabricante.

O Endofill[®] e o Pulp-Fill[®] são compostos por resina hidrogenada, borato de sódio anidro e óleo de amêndoas doces, todos retardadores do tempo de endurecimento.

Quanto ao valor do Cimento de Rickert[®], fica a incerteza quanto à sua composição, pois a presença da resina natural deveria acelerar o seu endurecimento.

6.6. Alteração dimensional após endurecimento:

A maioria dos cimentos endodônticos sofrem contração durante o endurecimento, que pode continuar após o mesmo⁵⁶.

Alterações dimensionais excedentes podem criar espaços e sulcos ao longo das interfaces cimento / dentina ou cimento / guta-percha, os quais podem ser largos o suficiente para permitir a passagem de microrganismos⁷⁴. No entanto, a expansão exagerada pode gerar forças capazes de romper a adesão do cimento à dentina e à guta-percha, que também causariam a mesma inconveniência³³.

A estabilidade dimensional dos cimentos endodônticos é portanto relevante para a adequada função do material^{10,17,21,33,36,38,44,47,59,74,88,89,97,104,105}.

SILVA et al.⁹⁸ afirmaram que a estabilidade dimensional é um fator imprescindível para a manutenção da obturação impermeável do sistema de canais radiculares, e que esta característica está relacionada a não-alteração do material e à sua não-solubilidade e desintegração diante dos fluidos teciduais periapicais.

Para os testes de alteração dimensional após endurecimento, a especificação número 57 da ADA⁵ determina que a contração não pode ser maior que 1 % e a expansão não pode ser maior que 0,1 %.

A especificação anterior à atualização do ano de 2000 não determinava o valor a respeito da expansão. Assim, inúmeros trabalhos de pesquisa consideraram os cimentos em estudo adequados à norma, o que poderia não ocorrer a partir da nova normatização.

Através dos valores obtidos constatamos que os cimentos Target[®] e Intrafill[®] sofreram expansão, não havendo diferença estatística entre os mesmos. E que os cimentos Endofill[®], Pulp-Fill[®] e Cimento de Rickert[®] mostraram contração, também sem apresentarem-se estatisticamente diferentes entre si.

LEAL⁵⁹ observou que a contração diminuía com o aumento da proporção pó / líquido, mas aumentava com o passar do tempo.

Confirmando a observação de LEAL⁵⁹ de que a redução do excesso de líquido do material reduz a alteração dimensional no endurecimento final, BENATTI, STOLF e RUHNKE¹⁰ determinaram que quanto mais espessa for a mistura, menor será a alteração dimensional do cimento.

Os resultados dos estudos de WIENER e SHILDER^{117,118} demonstraram que as alterações dimensionais variam entre os diferentes cimentos endodônticos, e que estas variações podem afetar a qualidade do selamento apical. Além disso, indicaram que existe uma relação entre tempo de endurecimento e contração. Os cimentos que endureceram mais

rapidamente exibiram sinais prematuros de contração, o que não foi observado no presente estudo.

GROSSMAN⁴⁷, assim como WIENER e SHILDER¹¹⁸, considerou difícil a determinação da alteração dimensional, mas encontrou que a contração ocorreu com o passar do tempo.

YARED e BOU DAGHER¹²⁰ formularam a hipótese de que o modelo de microinfiltração encontrado em seus estudos seria consequência da contração dos cimentos endodônticos, a qual foi relatada mostrar o mesmo padrão de tempo.

SAVIOLI⁸⁹ salientou que a resina natural (breu) era responsável pelo aumento da expansão do cimento de Grossman.

SOUZA-NETO¹⁰⁵, corroborando com a colocação de SAVIOLI⁸⁹, explicou que a resina natural contém maior quantidade de partículas inorgânicas do que a resina hidrogenada, visto que no processo de hidrogenação ocorre purificação do produto. Esta maior quantidade de partículas inorgânicas, demonstrada pelos valores da condutividade elétrica, favorece maior reação com a água, que é absorvida. Esta maior incorporação de água ao breu é uma das prováveis responsáveis pela expansão.

Baseado no raciocínio de SAVIOLI⁸⁹, SILVA et al.⁹⁷ relataram que existem diferenças entre as resinas naturais e suas respectivas quantidades encontradas nas fórmulas dos cimentos estudados. O breu é encontrado no mercado sob diferentes tipos e marcas, cada um deles possuindo alterações dimensionais distintas, ou seja, diversos graus de expansão.

SOUZA-NETO¹⁰⁴ afirmou que a adição de óleos vegetais ao eugenol não provoca grandes mudanças na alteração dimensional do cimento obtido.

Os resultados de mais um estudo de SOUZA-NETO et al.¹⁰⁷ revelaram que os cimentos obtidos com os pós contendo resina hidrogenada apresentaram valores de contração

excedentes à especificação seguida. E os cimentos conseguidos com os pós contendo resina natural (breu) de diferentes tipos sofreram expansão. Concluíram que uma leve expansão é preferível a uma leve contração, porque esta provocará uma pobre adaptação do cimento às paredes do canal, favorecendo a infiltração marginal de fluidos.

O estudo de ORSTAVIK, NORDAHL e TIBBALLS⁷⁴ verificou que, com poucas exceções, os materiais estudados demonstraram estabilidade após 1 mês de armazenagem. Consideraram como principal função da obturação funcionar como uma barreira física para impedir a penetração de bactérias. A partir desta perspectiva, os cimentos devem ser volumetricamente estáveis ou ampliar levemente. Se o material expande, há o risco de fratura da raiz. E a contração parece ser a característica menos desejada nestes materiais. Confirmando os achados de SOUZA-NETO et al.¹⁰⁷, concluíram que cimentos obturadores com um baixo volume e leve expansão podem oferecer vantagens, enquanto penetração bacteriana pode ser uma ameaça real para cimentos que demonstram contração, mesmo tão pouco quanto 1 %.

CAMPS et al.²⁰ afirmaram que ninguém sabe se os requisitos para alteração dimensional da ADA⁵ conferem com as condições clínicas. Considerando que o ápice de um dente fosse preenchido somente pelo cimento, o autor questionou se uma contração de 1 %, que significaria 3 µm em média, iria trazer consequências clínicas. Também relataram que a proporção pó / líquido não influenciou a alteração dimensional.

Foi observado neste estudo que os cimentos Target[®] e Intrafill[®] demonstraram expansão além do preconizado pela norma, não se enquadrando à mesma. E que os cimentos Endofill[®], Pulp-Fill[®] e Cimento de Rickert[®] apresentaram contração dentro do valor permitido, preenchendo os requisitos da especificação.

Concordamos com outros autores^{21,74,107} que uma leve expansão seja preferível a uma leve contração. Portanto também questionamos os valores determinados pela especificação, assim como outros estudos^{20,74,107}.

Provavelmente, os cimentos Target[®] e Interafil[®] demonstraram leve expansão pela presença de resina natural, influenciada pelo tipo e quantidade, de acordo com conclusões anteriores^{89,97,105,107}.

Mais uma vez surge a dúvida quanto à real composição do Cimento de Rickert[®] aqui avaliado. Apesar de possuir resina natural, apresentou contração semelhante aos cimentos Endofil[®] e Pulp-Fill[®], que contêm resina hidrogenda.

6.7. Avaliação do pH:

Experimentos^{51,52,119} demonstraram que a redução no pH pode produzir um crescimento marcante da solubilidade dos cimentos endodônticos.

Além disso, alguns autores^{41,51,122} ressaltaram a necessidade da avaliação do pH, pela sua importância no processo de reparo ósseo.

O teste de avaliação do pH não é normatizado pela ADA, e neste estudo foi utilizado o método de HYDE⁵², assim como em outros trabalhos^{31,35,88}, com a finalidade de verificar a alcalinidade dos cimentos testados.

HUANG e KAO⁵¹ publicaram que o cimento à base de óxido de zinco e eugenol apresentou um pH similar ao cimento à base de hidróxido de cálcio ao final de seus experimentos.

Neste estudo foi observado que o Endofill[®] demonstrou o maior aumento (21,7%) do pH nas primeiras 3 horas. Entretanto, a maior alcalinidade final, aos 7 dias, foi demonstrada pelos cimentos Target[®] e Intrafill[®].

Constatou-se que todos os cimentos avaliados proporcionaram pH alcalino no decorrer do tempo e no final do experimento.

CONCLUSÕES

7. CONCLUSÕES

Os resultados encontrados na presente pesquisa permitiram concluir que:

1 - Embora relações pó / líquido diferentes, todos os cimentos avaliados foram capazes de proporcionar a consistência clínica ideal desejada para a realização dos testes das propriedades físico-químicas.

2 - Não houve correlação entre a proporção pó / líquido e o tempo de espatulação.

3 - Todos os cimentos apresentaram escoamento superior ao mínimo exigido pela especificação número 57 da ADA⁵. O Target[®] apresentou o maior escoamento, seguido do Intrafill[®], não havendo diferença estatística entre eles.

4 - Existe a necessidade de um método mais adequado para avaliação do tempo de trabalho dos cimentos endodônticos. Os materiais que obtiveram maior tempo de trabalho foram o Cimento de Rickert[®], o Target[®] e o Intrafill[®].

5 - Quanto ao tempo de endurecimento, houve uma ampla faixa de variação, sendo que o Target[®] demonstrou o valor mais próximo do recomendado por GROSSMAN⁴⁵.

6 - Apesar de não preencherem os requisitos para alteração dimensional após endurecimento preconizados pela norma utilizada, os cimentos Target[®] e Intrafill[®] mostraram valores mais compatíveis com a necessidade clínica.

7 - Todos os cimentos testados apresentaram pH alcalino após decorrido o tempo do experimento.

8 - Considerando as propriedades avaliadas, o cimento Target[®] demonstrou o melhor comportamento, seguido de perto pelo Intrafill[®].

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALLAN, N. A.; WALTON, R. E.; SCHAFFER, M. Setting times for endodontic sealers under clinical usage and in vitro conditions. **J Endod**, v. 27, n. 6, p. 421-3, June 2001.
2. ALMEIDA, P. M.; SANTOS ANTONIO, M. P.; MOURA, A. B. M. Estudio del tiempo de endurecimiento inicial y final de cuatro tipos de cementos obturadores de canales radiculares. **Rev Fola/Oral**, v. 3, n. 7, p. 38-40, 1997.
3. ALONSO, F. S.; GOMES, C. C.; FREITAS, L. F.; GOMES, I. C.; PINTO, S. S.; PENINA, P. Análise comparativa do escoamento de dois cimentos endodônticos: Endofill e AH Plus. **Ufes Rev Odontol**, v. 7, n. 1, p. 48-54, jan./abr. 2005.
4. AMERICAN NATIONAL STANDARD / AMERICAN DENTAL ASSOCIATION Specification No. 57 for Endodontic Sealing Materials, 1984.
5. AMERICAN NATIONAL STANDARD / AMERICAN DENTAL ASSOCIATION Specification No. 57 for Endodontic Sealing Materials, 2000.
6. ANUSAVICE, K. J. **Phillips: Materiais Dentários**. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998.
7. BADAN, M. **Oxigenoargentoterapia**. 2. ed. Moji-Mirim: Pacini & Piccolomini, 1949.
8. BATCHELOR, R. F.; WILSON, A. D. Zinc oxide-eugenol cements. I. The effect of atmospheric conditions on rheological properties. **J Dent Res**, v. 48, n. 5, p. 883-7, Sept./Oct. 1969.
9. BENATTI, O. Estudo de algumas propriedades físicas de cinco cimentos obturadores de canais radiculares. **Rev Assoc Paul Cir Dent**, v. 33, n. 2, p. 138-44, July 1979.
10. BENATTI, O.; STOLF, W. L.; RUHNKE, L. A. Verification of the consistency, setting time, and dimensional changes of root canal filling materials. **Oral Surg**, v. 46, n. 1, p. 107-13, July 1978.
11. BOMBANA, A. C. **Estudo comparativo da reação tecidual conjuntiva do subcutâneo de ratos, frente a inserção de tubos de polietileno preenchidos com Cimento N-Rickert® com ou sem extravazamento.**

1981. 124 p. Dissertação (Mestrado em Endodontia) - Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo.
12. BRANSTETTER, J.; FRAUNHOFER, J. A. The physical properties and sealing action of endodontic sealer cements: a review of the literature. **J Endod**, v. 8, n. 7, p. 312-6, July 1982.
 13. BRAUER, G.M. New developments in zinc oxide-eugenol cement. **Annals of Dentistry**, v. 26, n. 2, p. 44-50, Feb. 1967.
 14. BRAUER, G. M.; McLAUGHLIN, R.; HUGET, E. F. Aluminum oxide as a reinforcing agent for zinc oxide-eugenol-o-ethoxibenzoic acid cements. **J Dent Res**, v. 47, n. 4, p. 622-8, July/Aug. 1968.
 15. BRAUER, G. M.; SIMON, L.; SANGERMANO, L. Improved zinc oxide-eugenol type cements. **J Dent Res**, v. 41, n. 5, p. 1096-102, Sept./Oct. 1962.
 16. BRAUER, G. M.; WHITE, E. E.; MOSHONAS, M. G. The reaction of metal oxides with o-ethoxibenzoic acid and other chelating agents. **J Dent Res**, v. 37, n. 3, p. 547-60, June 1958.
 17. BUCHBINDER, M. A non-shrinking root-canal material. **D Cosmos**, v. 73, n. 1, p. 14-6, Jan. 1931.
 18. CAICEDO, R.; FRAUNHOFER, J. A. The properties of endodontic sealer cements. **J Endod**, v. 14, n. 11, p. 527-34, Nov. 1988.
 19. CALLAHAN, J. R. Rosin solution for the sealing of the dentinal tubuli and as an adjuvant in the filling of root-canals. **D Cosmos**, v. 56, n. 12, p. 1376, Dec. 1914.
 20. CAMPS, J.; POMMEL, L.; BUKIET, F.; ABOUT, I. Influence of the powder / liquid ratio on the properties of zinc oxide-eugenol-based root canal sealers. **Dent Mater**, v. 20, n. 10, p. 915-23, Dec. 2004.
 21. CARVALHO-JÚNIOR, J. R.; GUIMARÃES, L. F. L.; CORRER-SOBRINHO, L.; PÉCORÁ, J. D.; SOUZA-NETO, M. D. Evaluation of solubility, disintegration, and dimensional alterations of a glass ionomer root canal sealer. **Braz Dent J**, v. 14, n. 2, p. 114-18, 2003.
 22. COHEN, S.; BURNS, R.C. **Pathways of the Pulp**. St. Louis: Mosby, 1976.
 23. COLEMAN, J. M.; KIRK, E. E. J. An assessment of a modified zinc oxide-eugenol cement. **Br Dent J**, v. 1, n. 4, p. 482-7, June 1965.
 24. COOLIDGE, E. D. A discussion of clinical results of root-canal treatment and filling. **D Cosmos**, v. 69, n. 12, p. 1280-8, Dec. 1927.
 25. CRANE, D. L.; HEUER, M. A.; KAMINSKI, E. J.; MOSER, J. B. Biological and physical properties of an experimental root canal sealer

- without eugenol. **J Endod**, v. 6, n. 2, p. 438-45, Feb. 1980.
26. DE DEUS, G.; GURGEL FILHO, E. D.; FERREIRA, C. M.; COUTINHO FILHO, T. Penetração intratubular de cimentos endodônticos. **Pesqui Odontol Bras**, v. 16, n. 4, p. 332-6, dez. 2002.
 27. DE DEUS, Q. D. **Endodontia**. Rio de Janeiro: Medsi, 1986.
 28. EL-TAHAWI, H. M.; CRAIG, R. G. Thermal analysis of zinc oxide-eugenol cements during setting. **J Dent Res**, v. 50, n. 2, p. 430-5, Mar./Apr. 1971.
 29. EVCIL, M. S.; ÇOLAK, M. The pH changes of four different root canal sealers after mixing at various time intervals in vitro. **J Contemp Dent Pract**, v. 5, n. 4, p. 71-8, Nov. 2004.
 30. FACHIN, E. V. F.; SPERB, M. N.; KOHLER, T. M. P. A influência de diferentes cimentos de obturação da canal na infiltração apical. **Rev Fac Odontol Porto Alegre**, v. 36, n. 1, p. 24-6, ago. 1995.
 31. FIDEL, R. A. S. **Estudos das propriedades físico-químicas de alguns cimentos obturadores dos canais radiculares contendo hidróxido de cálcio**. 1993., 122 p. Tese (Doutorado em Endodontia) - Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.
 32. FIDEL, R. A. S. **Estudos de algumas propriedades físico-químicas de quatro cimentos obturadores do sistema de canais radiculares**. 2001. 89p. Tese (Professor Titular em Endodontia) - Faculdade de Odontologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro.
 33. FIDEL, R. A. S.; FIDEL, S. R.; SPANÓ, J. C. E.; BARBIN, E. L.; PÉCORA, J. D. Estudo "in vitro" da estabilidade dimensional de alguns cimentos endodônticos contendo hidróxido de cálcio. **Rev Bras Odontol**, v. 52, n. 5, p. 14-16, set./out. 1995.
 34. FIDEL, R. A. S.; FIDEL, S. R.; SPANÓ, J. C. E.; BARBIN, E. L.; PÉCORA, J. D. Tempo de endurecimento de alguns cimentos endodônticos que contêm hidróxido de cálcio. **Rev Odontol Brasil Central**, v. 5, p. 16, p. 15-17, dez. 1995.
 35. FIDEL, R. A. S.; SILVA, R. G.; SPANÓ, J. C. E.; BARBIN, E. L.; PÉCORA, J. D. Evaluación "in vitro" del pH de algunos cimentos endodônticos que contienen hidróxido de calcio. **Rev Fola/Oral**, v. 1, n. 2, p. 65-67, jul./agosto 1995.
 36. FISHER, W. S. Some additional factors to be considered in determining the ideal type of root-filling material, with practical results. **D Cosmos**, v. 69, n. 12, p. 1252-9, Dec. 1927.
 37. FRAGOLA, A.; PASCAL, S.; ROSENGARTEN, M.; SMITH, A.; BLECHMAN, H. The effect of varying particle size of the components of

- Grossman's cement. **J Endod**, v. 5, n. 11, p. 336-9, Nov. 1979.
38. FRAUNHOFER, J. A.; BRANSTETTER, J. The physical properties of four endodontic sealer cements. **J Endod**, v. 8, n. 3, p. 126-30, Mar. 1982.
 39. FUSS, Z.; CHARNIAQUE, O.; PILO, R.; WEISS, E. Effect of various mixing ratios on antibacterial properties and hardness of endodontic sealers. **J Endod**, v. 26, n. 9, p. 519-22, Sept. 2000.
 40. GOLDBERG, F. **Materiais e Técnicas de Obturación Endodôntica**. 1. ed. Buenos Aires: Ed. Mundi, 1982.
 41. GORDON, T. M.; ALEXANDER, J. B. Influence on pH level of two calcium hydroxide root-canal sealers in vitro. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, v. 61, n. 6, p. 624-8, June 1986.
 42. GRANEIRO, R. D. P.; FIDEL, R. A. S.; FIDEL, S. R.; SENNE, M. I. A.; SASSONE, L. M. Avaliação de algumas propriedades físico-químicas de cimentos endodônticos nacionais à base de óxido de zinco-eugenol. In: 20ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE PESQUISA ODONTOLÓGICA, 2003, Águas de Lindóia, São Paulo. *Pesqui Odontol Bras*, v. 17, suplemento 2, **Anais da 20ª Reunião Anual da SBPqO**, p. 60, 2003.
 43. GROSSMAN, L. I. Algunas observaciones sobre obturación de conductos radiculares. **Rev Asoc Odontol Argent**, v. 50, n. 2, p. 61-6, feb. 1962.
 44. GROSSMAN, L. I. An improved root canal cement. **J Am Dent Assoc**, v. 56, n. 3, p. 381-5, Mar. 1958.
 45. GROSSMAN, L. I. **Endodontic Practice**. 8. ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1974.
 46. GROSSMAN, L. I. Filling root canals with silver points. *D Cosmos*, v. 78, n. 7, p. 679-87, July 1936.
 47. GROSSMAN, L. I. Physical properties of root canal cements. **J Endod**, v. 2, n. 6, p. 166-75, June 1976.
 48. GROSSMAN, L. I. Setting time of selected essential oils with a standard root canal cement powder. **J Endod**, v. 8, n. 6, p. 277-9, June 1982.
 49. GROSSMAN, L. I. The effect of pH of rosin on setting time of root canal cements. **J Endod**, v. 8, n. 7, p. 326-7, July 1982.
 50. HIGGINBOTHAM, T. L. A comparative study of the physical properties of five commonly used root canal sealers. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol** v. 24, n. 1, p. 89-101, July 1967.
 51. HUANG, T. H.; KAO, C. T. pH measurement of root canal sealers. **J Endod**, v. 24, n. 4, p. 236-8, Apr. 1998.

52. HYDE, D. G. **Physical properties of root canal sealers containing calcium hydroxide.** 1986. 80 p. Thesis (Master of Science) - University of Michigan.
53. INGLE, J. I. Root canal obturation. **J Amer Dent Assoc**, v. 53, n. 1, p. 47-55, July 1956.
54. KAPLAN, A. E.; ORMAECHEA, M. F.; PICCA, M.; CANZOBRE, M. C.; UBIOS, A. M. Rheological properties and biocompatibility of endodontic sealers. **Int Endod J**, v. 36, n. 8, p. 527-32, Aug. 2003.
55. KAPLOWITZ, G. J. Effect of essential oils on the setting time of Kerr Pulp Canal Sealer. **J Endod**, v. 20, n. 3, p. 109-10, Mar. 1994.
56. KAZEMI, R. B.; SAFASI, K. E.; SPANGBERG, L. S. W.; Dimensional changes of endodontic sealers. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, v. 76, n. 6, p. 766-71, Dec. 1993.
57. LACEY, S.; PITT FORD, T. R.; WATSON, T. F.; SHERRIF, M. A study of the rheological properties of endodontic sealers. **Int Endod J**, v. 38, n. 8, p. 499-504, Aug. 2005.
58. LARA, E. H. G. **Estudo do comportamento de algumas preparações básicas de dentifrícios na forma de pastas: I. Tecnologia. II. Propriedades reológicas. III. Índice de abrasividade.** 1988. 522 p. Tese (Livre-Docência em Farmácia) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.
59. LEAL, J.M. **Estudos sobre a infiltração e o comportamento dimensional, de materiais para a obturação de canais radiculares, em função da variação da proporção pó / líquido e do tempo de armazenagem dos corpos de prova.** 1966. 84 p. Tese (Doutorado em Endodontia) - Faculdade de Odontologia de Araraquara, UNESP.
60. LEONARDO, M. R: LEAL, J. M. **Endodontia: Tratamento de Canais Radiculares.** São Paulo: Médica Panamericana, 1991.
61. LEVIN, J. A new root-filling material. **D Cosmos**, v. 44, n. 1, p. 92-3, Jan. 1902.
62. MENDONÇA, S. C.; CARVALHO Jr, J. R.; GUERISOLI, D. M. Z.; PÉCORA, J. D.; SOUZA-NETO, M. D. In vitro study of the effect of aged eugenol on the flow, setting time and adhesion of Grossman root canal sealer. **Braz Dent J**, v. 11, n. 2, p. 71-8, Maio/Ago.2000.
63. McCOMB, D.; SMITH, D. C. Comparison of physical properties of polycarboxylate-based and conventional root canal sealers. **J Endod**, v. 2, n. 8, p. 228-35, Aug. 1976.
64. McELROY, D. L. Physical properties of root canal filling materials. **J Am Dent. Assoc**, v. 50, n. 4, p. 433-40, Apr. 1955.

65. McMICHEN, F. R. S.; PEARSON, G.; RAHBARAN, S.; GULABIVALA, K. A comparative study of selected physical properties of five root-canal sealers. **Int Endod J**, v. 36, n. 9, p. 629-35, Sept. 2003.
66. MOLNAR, E. J.; SKINNER, E. W. A study of zinc oxide-rosin cements. I. Some variables which affect the hardening time. **J Am Dent Assoc**, v. 29, n. 5, p. 744-51, May 1942.
67. MOTTA, A. G.; ROZARIO, H. H.; AGUIAR, T. R. S.; MACIEL, R. M. V.; FONSECA, S. B. Avaliação das propriedades físicas de seis cimentos endodônticos. **Odontol Moderno**, v. 19, n. 1, p. 19-24, 1992.
68. NASSRI, M. R. G.; PORTES, M. L.; PERIN, F. M.; da CRUZ-FILHO, A. M.; SOUZA-NETO, M. D. Influência de diferentes operadores na proporção pó-líquido, tempo de espátulação e escoamento de um cimento de óxido de zinco e eugenol. **Rev Odont Univ Ribeirão Preto**, v. 4, n. 1, p. 21-5, 2001.
69. NORMAN, R. D.; PHILLIPS, R. W.; SWARTZ, M. L.; FRANKIEWICZ, T. The effect of particle size on the physical properties of zinc oxide-eugenol mixtures. **J Dent Res**, v. 43, n. 2, p. 252-62, Mar./Apr. 1964.
70. O'BRIEN, W. J.; RYGE, G. **Materiais Dentários**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1981.
71. OKSAN, T.; AKTENER, B. O.; SEN, B. H.; TEZEL, H. The penetration of root canal sealer into dentinal tubules. A scanning electron microscope study. **Int Endod J**, v. 26, p. 301-5, 1993.
72. ONO, K.; MATSUMOTO, K. Physical properties of CH61, a newly developed root canal sealer. **J Endod**, v. 24, n. 4, p. 244-7, Apr. 1998.
73. ØRSTAVIK, D. Physical properties of root canal sealers: measurement of flow, working time, and compressive strength. **Int Endod J**, v. 16, n. 2, p. 99-107, Feb. 1983.
74. ØRSTAVIK, D.; NORDAHL, I.; TIBBALLS, J. E. Dimensional change following setting of root canal sealer materials. **Dent Mater**, v. 17, n. 6, p. 512-19, Nov. 2001.
75. PAIVA, J. G.; ANTONIAZZI, J. H. **Endodontia. Bases para a Prática Clínica**. São Paulo: Artes médicas, 1988.
76. PÉCORA, J. D.; RIBEIRO, R. G.; GUERISOLI, D. M. Z.; BARBIZAM, J. V. B.; MARCHESAN, M. A. Influence of the spatulation of two zinc oxide-eugenol-based sealers on the obturation of lateral canals. **Pesqui Odontol Bras**, v. 16, n. 2, p. 127-30, Apr./June 2002.
77. PÉCORA, J. D.; SILVA, R. G.; SAVIOLI, R. N.; SILVA, R. S.; VANSAN, L. P. Influence on the size of the powder of Grossman's cement on the flow rate. **Rev FOLA/ORAL**, v. 3, n. 10, p. 225-7, Oct. 1997.

78. PÉCORA, J. D.; SILVA, R. G.; SAVIOLI, R. N.; VANSAN, L. P. Effect particle size of Grossman's cement powder on setting time. **Rev Odontol Univ São Paulo**, v. 12, n. 1, p. 1-4, Jan./Mar. 1998.
79. PHILLIPS, R. W.; LOVE, D. R. The effect of certain additive agents on the physical properties of zinc oxide-eugenol mixtures. **J Dent Res**, v. 40, n. 2, p. 294-303, Apr. 1961.
80. PRINZ, H. Filling root-canals with an improved parafinn compound. **D Cosmos**, v. 54, n. 10, p. 1081-94, Oct. 1912.
81. PUCCI, F. M. **Conductos radiculares**. Montevideo: Barreiro y Ramos, 1945.
82. PUTERBAUGH, P. G. Root-canal filling materials. **J Am Dent Assoc**, v. 15, n. 2, p. 244-8, Feb. 1928.
83. RICKERT, U. G. My present conceptions for the control of dental foci of infection. **D Cosmos**, v. 69, n. 5, p. 451-62, May 1927.
84. SALAZAR SILVA, J. R.; ANTONIAZZI, J. H.; LAGE MARQUES, J. L. Propriedades físicas dos cimentos endodônticos Endobalsam e N-Rickert. **Rev Odontol Univ São Paulo**, v. 10, n. 2, p. 121-8, abr./jun. 1996.
85. SAMPAIO, J. M. P. **Contribuição ao estudo do processo reparador do tecido conjuntivo de ratos, quando da introdução de tubos de polietileno contendo dois materiais empregados na obturação de condutos radiculares, nas suas fórmulas originais e acrescidos de delta-hidrocortisona**. 1972. Tese (Mestrado em Endodontia) - Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo.
86. SAMPAIO, J. M. P.; COLLESI, R.; LIMA, M. E. Determinação da proporção pó-líquido do cimento N-Rickert. Métodos clínicos para seu estabelecimento. **Rev Ass Paul Cir Dent.**, v. 36, n. 4, p. 414-9, jul./ago. 1982.
87. SAQUY, P. O. **Algumas características de tratamentos endodônticos realizados por cirurgiões dentistas de Ribeirão Preto. Ribeirão Preto**. 1989. 33p. Dissertação (Mestrado Em Endodontia) - Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.
88. SAVIOLI, R. N. **Avaliação das propriedades físico-químicas de alguns tipos de cimentos endodônticos à base de óxido de zinco-eugenol**. 1998. 62 p. Dissertação (Doutorado em Endodontia) - Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.
89. SAVIOLI, R. N. **Estudo da influência de cada componente químico do cimento de Grossman sobre as suas propriedades físicas**. 1992. 123 p. Dissertação (Mestrado em Endodontia) - Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.
90. SAVIOLI, R. N.; SILVA, R. G.; CRUZ FILHO, A. M.; PÉCORA, J. D.:

- Influência de cada componente do pó do cimento de Grossman sobre a relação pó / líquido e o tempo de espatulação. **Rev Odont Brasil Central**, v. 5, n. 14, p. 4-6, mar. 1995.
91. SAVIOLI, R. N.; SILVA, R. G.; PÉCORÁ, J. D. Determinação do escoamento de alguns cimentos endodônticos. **Rev Odontol Univ Ribeirão Preto**, v. 3, n. 1, p. 17-20, 2000.
 92. SAVIOLI, R. N.; SILVA, R. G.; PÉCORÁ, J. D. Influência de cada componente do cimento de Grossman sobre as propriedades físicas de escoamento, tempo de endurecimento e espessura do filme. **Rev Paul Odontol**, v. 16, n. 3, p. 14-6, maio/jun. 1994.
 93. SAVIOLI, R. N.; SILVA, R. G.; ROMANNI, N. F.; PÉCORÁ, J. D. Influência de cada componente do cimento de Grossman sobre as propriedades físicas de estabilidade dimensional, solubilidade e desintegração e radiopacidade. **Rev Paul Odontol**, v. 16, n. 4, p. 6-8, jul./ago. 1994.
 94. SCHILDER, H. Filling Root canals in three dimensions. **Dent Clin North Am**, v. 11, p. 724-53, Nov. 1967.
 95. SEN, B. H.; PISKIN, B.; BARAN, N. The effect of tubular penetration of root canal sealers on dye microleakage. **Int Endod J**, v. 26, p. 23-8, 1996.
 96. SILVA, R. G. **Estudo de algumas propriedades físicas dos cimentos obturadores de canais radiculares**. 1992. 190 p. Tese (Doutorado em Endodontia) - Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.
 97. SILVA, R. G.; SAVIOLI, R. N.; CRUZ-FILHO, A. M.; PÉCORÁ, J. D. Estudo da estabilidade dimensional, solubilidade e desintegração e radiopacidade de alguns cimentos obturadores dos canais radiculares do tipo Grossman. **Rev ABO Nac**, v. 2, n. 1, p. 40-3, fev./mar. 1994.
 98. SILVA, R. G.; SAVIOLI, R. N.; SAQUY, P. C.; PÉCORÁ, J. D. Estudo do tempo de endurecimento e da espessura do filme de alguns cimentos obturadores dos canais radiculares do tipo Grossman. **Rev Fac Odontol Lins**, v. 6, n. 2, p. 22-6, jan./dez. 1994.
 99. SILVA, R. G.; SAVIOLI, R. N.; SOUSA NETO, M. D.; PÉCORÁ, J. D. Estudo do escoamento e do tempo de trabalho de alguns cimentos obturadores dos canais radiculares do tipo Grossman. **RGO**, v. 43, n. 2, p. 97-100, mar./abr. 1995.
 100. SIQUEIRA, J. F.; FAVIERI, A.; GAHYVA S. M. M.; MORAES, S. R.; LIMA, K. C.; LOPES, H. P. Antimicrobial activity and flow of newer and established root canal sealers. **J Endod**, v. 26, n. 5, p. 274-7, May 2000.
 101. SIQUEIRA, J. F.; FRAGA, R. C.; GARCIA, P. F. Evaluation of sealing ability, pH and flow rate of three calcium hydroxide-based sealers. **Endod**

DentTraumatol, v. 11, p. 225-8, 1995.

102. SKINNER, E. W.; COOPER, E. N.; ZIEHM, H. W. Some physical properties of zinc oxide-eugenol impression pastes. **J Am Dent Assoc**, v. 41, n. 10, p. 449-55, Oct. 1950.
103. SOARES, I. J.; GOLDBERG, F. **Endodontia: Técnica e Fundamentos**. 1. ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2001.
104. SOUSA NETO, M. D. **Estudo da influência de alguns óleos vegetais adicionados ao eugenol sobre as propriedades físico-químicas do cimento obturador dos canais radiculares do tipo Grossman**. 1994. 109 p. Dissertação (Mestrado em Endodontia) - Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.
105. SOUZA-NETO, M. D. **Estudo da influência de diferentes tipos de breus e resinas hidrogenadas sobre as propriedades físico-químicas do cimento obturador dos canais radiculares do tipo Grossman**. 1997. 108 p. Tese (Doutorado em Endodontia) - Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo.
106. SOUSA-NETO, M. D.; GUIMARÃES, L. F.; GUERISOLI, D.; SAQUY, P. C.; PÉCOR, J. D. Influence of different kinds of rosins and hydrogenated resins on the setting time of Grossman cements. **Rev Odontol Univ São Paulo**, v. 13, n. 1, p. 83-7, jan./mar.1999.
107. SOUSA-NETO, M. D.; GUIMARÃES, L. F.; SAQUY, P. C.; PÉCOR, J. D. Effect of different grades of gum rosins and hydrogenated resins on the solubility, desintegration, and dimensional alterations of Grossman cement. **J Endod**, v. 25, n. 7, p. 477-480, July 1999.
108. SOUSA-NETO, M. D.; GUIMARÃES, L. F.; SILVA, R. G.; SAQUY, P. C.; PÉCOR, J. D. The influence of different grades of rosins and hydrogenated resins on the powder-liquid ratio of Grossman cements. **Braz Dent J**, v. 9, n. 1, p. 11-18, 1998.
109. SPANGBERG, L. S. W. Tratamento endodôntico de dentes sem periodontite apical. In: ORSTAVIK, D.; PITT FORD, T. R. **Fundamentos da Endodontia: Prevenção e Tratamento da Periodontite Apical**. São Paulo: Editora Santos, 2004. cap. 10, p. 211-41.
110. SUNDQVIST, G.; FIGDOR, D. Tratamento endodôntico da periodontite apical. In: ORSTAVIK, D.; PITT FORD, T. R. **Fundamentos da Endodontia: Prevenção e Tratamento da Periodontite Apical**. São Paulo: Editora Santos, 2004. cap. 11, p. 242-77.
111. TAYLER, C. Putty as a root-filling. **D Cosmos**, v. 44, n. 1, p. 91-2, Jan. 1902.
112. UHRICH, J. M.; MOSER, J. B.; HEUER, M. A. The rheology of selected root canal sealer cements. **J Endod**, v. 4, n. 12, p. 373-9, Dec. 1978.

113. VASSILIADIS, L. D.; SKLAVOUNOS, S. A.; STAVRIANOS, C. K. Depth of penetration and appearance of Grossman sealer in the dentinal tubules: an in vivo study. **J Endod**, v. 20, n. 8, p. 373-6, Aug. 1994.
114. VERARDI, A. D. **Análise comparativa de algumas propriedades físicas de um cimento endodôntico híbrido, do cimento N-Rickert e do cimento Endofill**. 2000, 64 p. Tese (Doutorado em Endodontia) - Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo.
115. WALLACE, D.A.; HANSEN, H.L. Zinc oxide-eugenol cements. **J Amer Dent Assoc**, v. 26, n. 9, p. 1536-40, Sept. 1939.
116. WEISSMAN, M. I. A study of the flow rate of ten root canal sealers. **Oral Surg**, v. 29, n. 2, p. 255-61, Feb. 1970.
117. WIENER, B. H.; SCHILDER, H. A comparative study of important physical properties of various root canal sealers. I. Evaluation of setting times. **Oral Surg**, v. 32, n. 5, p. 768-77, Nov. 1971.
118. WIENER, B. H.; SCHILDER, H. A comparative study of important physical properties of various root canal sealers. II. Evaluation of dimensional changes. **Oral Surg**, v. 32, n. 6, p. 928-37, Dec. 1971.
119. WILSON, A. D.; BATCHELOR, R. F. Zinc oxide-eugenol cements: II. Study of erosion and disintegration. **J Dent Res**, v. 49, n. 3, p. 593-8, 1970.
120. YARED, G. M.; BOU DAGHER, F. Sealing ability of the vertical condensation with different root canal sealers. **J Endod**, v. 22, n. 1, p. 6-8, Jan. 1996.
121. YOUNG, A. R.; MOSER, J. B.; HARCOURT, J. K.; HEUR, M. A. Working and setting times of root canal sealers via oscillating rheometer. In: GENERAL SESSION OF INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR DENTAL RESEARCH, 1982, Abstract 1152. **Dent Res**, v. 61, p. 306, 1982.
122. ZERLOTTI FILHO, E. Estudos in vitro das propriedades das pastas e cimentos obturadores dos condutos radiculares. **Rev Assoc Paul Cir Dent**, v. 13, n. 5, p. 275-7, set. 1959.
123. ZYTKIEVITZ, E.; LIMA, J. L. M. A.; BLEY SOBRINHO, J. Tempo de presa e escoamento de alguns cimentos obturadores de canais radiculares. **Odontol Moderno**, v. 12, n. 10, p.32-41, out. 1985.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)