

# AVALIAÇÃO DO pH DOS CIMENTOS ENDODÔNTICOS E CONSIDERAÇÕES CLÍNICAS

## pH EVALUATION OF THE ROOT CANAL SEALERS AND CLINICAL CONSIDERATIONS

Débora Ferreira Carneiro\*  
Sérgio Valmor Barbosa\*\*

### RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar o pH de oito cimentos endodônticos comumente utilizados em clínica. Os cimentos (Fillcanal, Sealer 26, AH 26, N-Rickert, Endomethasone, Rickert-sp, CRCS e Pasta FS) foram espatulados e os corpos de prova obtidos divididos em três grupos, conforme o tempo de presa. Antes de colocar o cimento em água destilada, o pH da solução foi analisado em pHmetro. Durante 15 dias, a avaliação do pH foi feita por meio das alterações que o cimento produzia no meio aquoso. Os resultados mostraram que os cimentos sofrem desintegração e dissolução, em meio aquoso, alterando o pH do meio. Sealer 26, CRCS, Fillcanal e AH 26 foram os mais alcalinos.

### UNITERMOS

pH, cimentos obturadores, biocompatibilidade

### SUMMARY

The pH changes of eight root canal sealers were evaluated, in vitro. The sealers (Fillcanal, Sealer 26, AH 26, N-Rickert, Endomethasone Ivory, Rickert-sp, CRCS e Pasta FS) were mixed and divided into three groups, established by the setting times. The pH of the solution was measured with a pHmeter before to put the sealers in distillate water and after the arrangement, for fifteen days. Results indicate that the sealers undergo continuous disintegration and dissolution, leading to changes of the pH in aqueous solution. Sealer 26, CRCS, Fillcanal and AH 26 were more alkaline than the others.

### UNITERMS

Key words: pH, root canal fillings materials, biocompatibility

### INTRODUÇÃO

A obturação dos canais radiculares é uma das etapas mais importantes da terapia endodôntica, uma vez que a qualidade influenciará no sucesso do tratamento. Falhas na obturação permitem a colonização microbiana.

Utilizam-se cones de guta-percha e cimentos endodônticos com o intuito de se conseguir um selamento apical perfeito. Os cimentos preenchem os espaços entre os cones, garantem melhor selamento apical<sup>1</sup> e promovem adesão entre a obturação e a estrutura dentária. Na sua composição encontram-se as mais variadas substâncias, como óxido de zinco eugenol, resina epóxica, hidróxido de cálcio, anti-sépticos, corticosteróides, radiopacificadores e outros. Cada um desses componentes responde por uma propriedade do mesmo.

Boa estabilidade dimensional, insolubilidade aos fluidos orgânicos, ação antimicrobiana e biocompatibilidade aos tecidos periapicais representam algumas das propriedades físicas e biológicas que um material obturador deve possuir.

São poucos os trabalhos que procuram avaliar as variações no pH local provocados pelos cimentos endodônticos. O controle do pH para preservação do metabolismo celular reveste-se de extrema importância quando se refere a biocompatibilidade dos materiais. Todos os tecidos possuem um pH ótimo na qual a atividade enzimática é máxima<sup>12</sup>. Acima ou abaixo desse valor, a ação das enzimas declina rapidamente. Os cimentos não devem alterar o pH local de modo que ele fique muito ácido, propiciando a permanência bacteriana e ativando enzimas que agem na desmineralização dos tecidos duros<sup>3</sup>, nem deixá-lo excessivamente básico porque isso inibe a atividade enzimática, a síntese de DNA e pode até mesmo matar as células<sup>4, 9, 13, 16</sup>.

Este trabalho objetiva avaliar o pH de oito cimentos endodônticos comumente utilizados na clínica endodôntica.

\* CD estagiária em Pós-graduação pela Universidade de Brasília

\*\* Doutor em Endodontia. Universidade de Brasília e Faculdade de Odontologia de Anápolis



## MATERIAL E MÉTODOS

## Cimentos

Os cimentos Filccanal (Dermo Laboratórios, Rio de Janeiro, Brasil), Sealer 26 (Dentsply, Rio de Janeiro, Brasil), AH 26 (Dentsply de Trey, Konstanz, Alemanha), N-Rickert (Botica ao Veadão D'Ouro, São Paulo, Brasil), Endomethasone Ivory (Septodonto, Saint-Maur, França), Rickert-sp (Inodon, Rio Grande do Sul, Brasil), CRCS (Hygenic, Akron, Ohio) e Pasta FS (Sanlor, Cali, Colômbia) foram preparados à temperatura ambiente, de acordo com as instruções dos fabricantes.

## Preparação dos corpos de prova

Após espaturados, os cimentos foram colocados em anéis com 10 mm de diâmetro por 3 mm de altura. Para cada cimento foram preparados 30 corpos de prova (CP), que foram divididos em três grupos:

Grupo I: 80 CP (10 CP de cada cimento) foram colocados em água destilada imediatamente após terem sido postos nos anéis.

Grupo II: 80 CP foram colocados em estufa a 37°C, com umidade relativa de 100%, por 24 horas. Após este período foram colocados em água destilada.

Grupo III: 80 CP foram colocados em estufa a 37°C, com umidade relativa de 100%, por 7 dias. Após este período foram triturados e depois colocados em água destilada.

## Teste de pH

Foi medido o pH da água destilada antes da colocação dos CP, bem como o da solução imediatamente após a colocação do CP na água.

Cada CP foi colocado em recipiente com 20 ml de água destilada. Os CP dos grupos I e II foram mantidos suspensos por um fio de nylon previamente amarrado em cada anel. Este fio foi preso na tampa do recipiente de modo que o CP pudesse ficar com as suas faces em contato com a água. O conjunto permaneceu na estufa, 37°C, até passar os períodos de observação que foram de 1 e 12 horas, 1, 2, 3, 7 d e 15 dias.

Findo cada período de observação, o CP foi transferido para novo recipiente com água destilada (20 ml) e levado novamente à estufa, para esperar o próximo período de observação.

O pH da solução do recipiente anterior foi analisado em pHmetro (Laboratory Micro-processor pHmeter HI 8520 - Hanna Instruments, Singapura). Para cada recipiente foram feitas 3 medidas, com duração de dois minutos cada. Depois foi cal-

TABELA 1 - VARIAÇÃO DE pH DOS CIMENTOS ENDODÔNTICOS - GRUPO I\*\*

Cimento	Água	Sol.*	1H	12 H	1 D	2 D	3 D	7 D	15 D
Sealer 26	6,20±	11,54±	10,80±	12,31±	12,19±	12,06±	11,79±	11,83±	11,55±
	0,82	0,28	0,03	0,10	0,11	0,14	0,10	1,02	0,17
Filccanal	6,19±	8,56±	7,85±	7,29±	7,91±	7,83±	7,47±	8,86±	7,78±
	0,65	0,60	0,78	0,72	0,48	0,25	0,10	0,24	0,21
Rickert-sp	6,54±	6,51±	6,54±	6,88±	7,20±	7,07±	7,52±	7,34±	7,26±
	0,08	0,20	0,08	0,13	0,18	0,03	0,24	0,05	0,05
N-Rickert	4,45±	5,17±	6,46±	6,72±	7,21±	6,01±	6,49±	7,26±	7,32±
	0,04	0,38	0,20	0,15	0,12	0,11	0,13	0,11	0,05
Pasta FS	4,45±	5,69±	7,03±	7,40±	7,31±	6,45±	7,12±	7,24±	7,14±
	0,08	0,28	0,27	0,41	0,25	0,29	0,30	0,41	0,22
Endometh.	5,81±	6,11±	7,41±	7,68±	7,27±	6,68±	6,47±	7,41±	7,39±
	0,98	0,39	0,15	0,13	0,15	0,14	0,08	0,15	0,09
CRCS	5,94±	5,96±	7,91±	9,69±	9,94±	10,08±	10,54±	10,47±	10,56±
	0,13	0,36	1,07	0,67	0,33	0,30	0,14	0,50	0,22
AH 26	5,32±	6,49±	7,48±	8,60±	7,84±	7,10±	6,73±	8,37±	7,80±
	0,08	0,07	0,14	0,49	0,49	0,31	0,10	0,01	0,06

\* A solução representa o CP imediatamente após a sua colocação na água

\*\* Os valores apresentados representam a variação de pH mais o desvio padrão

TABELA 2 - VARIAÇÃO DE pH DOS CIMENTOS ENDODÔNTICOS - GRUPO II

Cimento	Água	Sol.	1H	12 H	1 D	2 D	3 D	7 D	15 D
Sealer 26	6,35±	8,49±	8,97±	10,42±	10,66±	10,19±	9,36±	10,88±	10,90±
	0,42	0,50	0,31	0,30	0,24	0,79	0,88	0,25	0,19
Filccanal	5,79±	6,93±	6,28±	7,29±	7,44±	7,14±	6,27±	7,02±	7,38±
	0,04	0,47	0,98	0,11	0,25	0,26	0,11	0,27	0,19
Rickert-sp	5,14±	4,64±	5,41±	5,96±	5,99±	6,25±	6,32±	6,30±	6,73±
	0,23	0,08	0,53	0,02	0,21	0,07	0,09	0,04	0,12
N-Rickert	6,23±	6,29±	6,77±	6,88±	7,11±	6,92±	7,08±	7,50±	7,11±
	0,74	1,01	0,11	0,24	0,09	0,19	0,41	0,23	0,14
Pasta FS	6,02±	5,59±	6,78±	6,74±	6,76±	7,21±	7,01±	6,69±	6,61±
	0,23	0,15	0,21	0,19	0,18	0,09	0,22	0,43	0,53
Endometh.	5,69±	5,63±	6,97±	7,07±	7,05±	7,17±	7,28±	7,34±	6,92±
	0,13	0,10	0,12	0,07	0,04	0,09	0,09	0,03	0,05
CRCS	5,79±	7,47±	9,18±	9,65±	9,54±	10,34±	10,27±	10,58±	9,64±
	0,07	1,17	0,60	0,04	0,55	0,43	0,56	0,37	0,66
AH 26	6,04±	6,61±	6,56±	8,70±	8,65±	8,57±	7,75±	8,12±	7,29±
	0,45	0,10	0,08	0,31	0,30	0,27	0,33	0,39	0,10

culada a média da variação do pH no período de seis minutos e o desvio padrão.

Para servir de parâmetro de comparação o pH das substâncias hidróxido de cálcio (Merck, Alemanha), formaldeído

(Formaldeído, P. A., Reagen Química Brasileira, Rio de Janeiro, Brasil), eugenol (SSWhite, Rio de Janeiro, Brasil) foi analisado colocando essas substâncias em recipientes com 20 ml de água destilada. O



TABELA 3 - VARIAÇÃO DE pH DOS CIMENTOS ENDODÔNTICOS - GRUPO III

Cimento	Água	Sol	1H	12 H	1 D	2 D	3 D	7 D	15 D
Sealer 26	5,91± 0,25	12,68± 0,15	12,77± 0,07	12,48± 0,06	12,29± 0,19	11,54± 0,39	10,60± 0,26	10,35± 0,16	10,07± 0,50
Fillcanal	5,74± 0,07	9,12± 0,21	8,81± 0,09	7,90± 0,24	7,49± 0,06	7,75± 0,31	7,24± 0,09	7,20± 0,08	7,26± 0,41
Rickert-sp	5,01± 0,39	4,79± 0,47	5,78± 0,38	6,32± 0,16	6,66± 0,61	6,51± 0,59	6,33± 0,24	6,84± 0,04	6,61± 0,07
N-Rickert	5,95± 0,15	6,17± 0,32	6,87± 0,54	7,89± 0,49	8,01± 0,18	6,96± 0,20	7,78± 0,65	6,94± 0,10	6,92± 0,28
Endometh.	5,68± 0,11	5,69± 0,16	6,01± 0,12	6,67± 0,24	6,59± 0,12	6,46± 0,02	6,52± 0,02	6,44± 0,26	6,60± 0,12
CRCS	5,94± 0,35	10,23± 0,25	11,32± 0,13	11,41± 0,22	11,26± 0,13	10,22± 0,40	10,08± 0,43	10,49± 0,10	8,66± 0,28
AH 26	4,70± 0,16	5,60± 0,40	6,10± 0,14	6,79± 0,16	8,19± 0,21	7,70± 0,46	7,04± 0,50	8,77± 0,38	7,60± 0,05

pH das substâncias foi analisado em pHmetro da mesma maneira que os CPs.

### RESULTADOS

Os resultados da variação média de pH dos oito cimentos avaliados encontram-se nas tabelas 1, 2 e 3. O gráfico 1 apresenta o padrão da variação dos cimentos em cada grupo. Hidróxido cálcio apresentou pH de 12,3, o formaldeído de 3,9, o eugenol de 6,4 e o do eugenolato de cálcio foi de 8,6 (Tabela 1).

Grupo I: Todos os cimentos aumentaram o pH da água destilada. Os cimento à base de óxido de zinco eugenol e o AH 26 apresentaram variações aproximadas, deixando o pH da solução da primeira hora até 15 dias depois praticamente neutra, exceto

os cimentos N-Rickert e Rickert-sp que o deixaram ligeiramente ácido nas 12 primeiras horas e o Fillcanal que deixou o pH mais alcalino que os demais cimentos do grupo. Sealer provocou uma elevação do pH da água destilada próximo ao do hidróxido de cálcio (pH 12,3) e o manteve elevado durante os 15 dias de observação. Após o primeiro dia, todos tenderam a diminuir o pH, exceto o CRCS que provocou aumentos progressivos.

Grupo II: As variações foram menores que as do grupo I. Os cimentos N-Rickert, Pasta FS, Endomethasone e CRCS apresentaram variações maiores no segundo dia do que as apresentadas no primeiro grupo. AH 26 após ter sido colocado na água e 1 hora depois praticamente não al-

terou o pH da água. Doze horas depois até o terceiro dia manteve o pH mais alcalino que no primeiro grupo. N-Rickert e Pasta FS mantiveram o pH ácido nas 12 primeiras horas para aquele e até o primeiro dia para este. O Fillcanal manteve o pH mais próximo do neutro acompanhando os outros cimentos à base de óxido de zinco eugenol (Tabelas 2 e 3).

Grupo III: As variações foram mais intensas. Os aumentos foram menores e as quedas mais significativas. Endomethasone manteve o pH ácido durante os 15 dias de observação. Fillcanal alcançou o pico imediatamente após ter sido colocado na água (pH= 9,12) e depois foi caindo progressivamente até o segundo dia, quando aumenta novamente.

### DISCUSSÃO

O pH dos cimentos obturadores usados em Endodontia tem influência no processo de reparo apical. Assim o estudo da acidez ou alcalinidade dos materiais usados no tratamento dos canais radiculares reveste-se de importância clínica.

O conceito de pH baseia-se no equilíbrio iônico das substâncias básicas ou ácidas quando misturadas à água<sup>19</sup>. As substâncias devem estar diluídas para que reajam com a água formando H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>. A concentração de íons [H<sup>+</sup>] determinará se a solução é ácida ou básica. É definido matematicamente como uma função logarítmica, o que significa que as variações são muito maiores do que se imagina quando se avalia valores absolutos.

Os cimentos endodônticos modificam o pH do meio que os envolve<sup>21</sup>. Tal fato decorre apenas da interação do cimento com a água. No modelo adotado, a colocação dos cimentos em água destilada, garante a formação de íons e consequente alteração do pH. A divisão dos corpos de prova em grupos, com diferentes graus de presa, é importante para se verificar até que o ponto o cimento é inerte, desde fresco até a presa final. A troca do CP para novo recipiente, após cada período de observação, de alguma forma, tente reproduzir o que ocorre no organismo, onde há constante trocas de fluidos e renovação da concentração iônica na região.

As substâncias sólidas ao serem colocadas em água podem se solubilizar, conforme o seu grau de solubilidade. O soluto, quando dissolvido, sofrerá processo de ionização ou dissociação iônica. Dissociação é separação dos átomos de uma molécula que tornam-se hidratados e depois ioni-

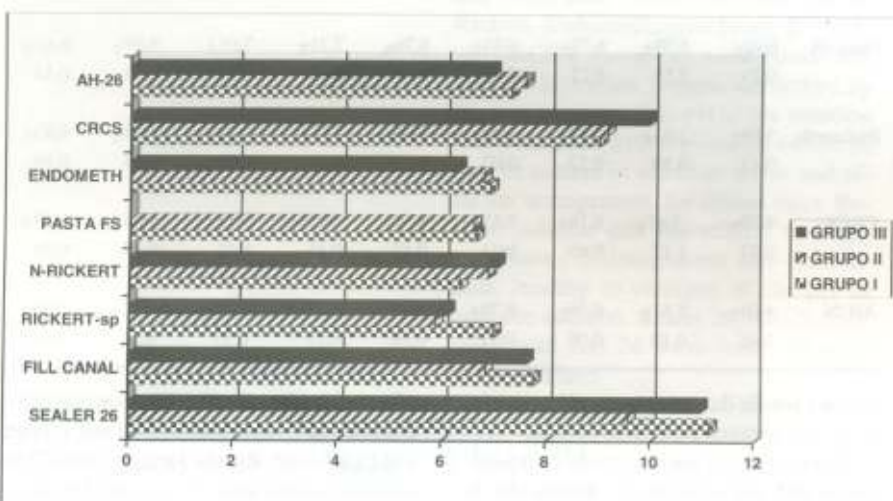


Gráfico: Padrão da variação de pH dos cimentos endodônticos por grupo



zam-se. Ocorre frequentemente com os sais. Estes alteram não só a concentração de íons  $[H^+]$  mas a solubilidade de substâncias levemente solúveis<sup>18,20</sup>. Ionização significa formação de íons e ocorre com ácidos e bases<sup>20</sup>. Ambos fenômenos dependem mais das forças de ligação entre as moléculas do que da quantidade de soluto dissolvido.

O corpo de prova sofre solubilização de sua superfície devido as sucessivas trocas de água. A porção que se solubiliza fica diluído e quanto mais diluídos maior o grau de ionização, assim como ocorre com o CRCS no grupo I que apresenta aumentos progressivos no pH. Com os demais cimentos, ocorre um pico entre 12 horas e um dia e depois o pH começa a cair. A perda de soluto durante as trocas de água mais a própria reação de presa do cimento provocam uma queda no pH com o decorrer dos dias, até que o mesmo retome o pH original do meio. Só então pode ser considerado não reativo. A elevação que ocorre no sétimo e décimo quinto dias deve-se ao período maior de troca da solução que acarreta um acúmulo maior de soluto do que nos outros períodos de observação.

Das várias substâncias que formam os cimentos endodônticos, algumas são, virtualmente, insolúveis, como a prata e o sulfato de bário que não provocam alterações no pH, e outras levemente solúveis ou solúveis, isoladas, provocam alterações significativas, como o hidróxido de cálcio (pH 12,3) e o formaldeído (pH 3,9), respectivamente conforme avaliação feita. Quando juntas, a variação tenderá para a substância mais forte. Se ambos são fortes, a solução tenderá para o neutro. Os cimentos à base de óxido de zinco eugenol, rotineiramente usados em Endodontia, formam o eugenolato de zinco que é facilmente hidrolisado pela água<sup>18</sup>, liberando hidróxido de zinco (insolúvel) e eugenol (pH 6,4).

Rickert-sp é uma variação do cimento obturador de canal N-Rickert que substitui a prata pelo iodofórmio. No primeiro grupo, as variações foram semelhantes, mas nos outros dois grupos, estas foram maiores, sendo que Rickert-sp ficou mais ácido que N-Rickert em todo período de observação, provavelmente pela presença do iodofórmio.

A composição do cimento Fillcanal é semelhante ao Procosol. Dos cimentos à base de eugenol foi o que mais aumentou o pH. Não possui iodofórmio, iodo timol e paramonoclorofenol que são os

prováveis responsáveis pela manutenção do pH ligeiramente ácido ou quase neutro.

A Pasta FS possui na sua composição hidróxido de cálcio, que apresenta algum grau de solubilização, mas variou o pH como os demais cimentos à base de eugenol. O acetato de zinco (solúvel) da fórmula aumenta a solubilidade do hidróxido de cálcio (base forte) e dos compostos fenólicos (ácido forte)<sup>17</sup>. Não foram feitos CP para o grupo III porque o cimento está em falta no mercado brasileiro.

O cimento Endomethasone apresenta grande capacidade antimicrobiana devido à presença do paraformaldeído. Variou o pH como os outros cimentos à base de óxido de zinco-eugenol. No terceiro grupo, o pH se manteve ácido, próximo ao do eugenol (pH~6,4), durante 15 dias.

O CRCS é um cimento à base de hidróxido de cálcio, mas tem na sua composição óxido de zinco e eugenol. Foi o mais solúvel dos cimentos analisados, apesar de CAICEDO e VON FRAUNHOFER (1988) afirmarem que o mesmo apresenta pouca mudança de peso após ser imerso em água. Alta solubilidade libera o hidróxido de cálcio que justifica um pH tão alto. O eugenolato de cálcio formado possui um pH em torno de 8,6.

AH 26 e Sealer 26 possuem composições semelhantes, sendo que o primeiro possui prata e o segundo hidróxido de cálcio. A grande diferença de pH entre os dois deve-se ao poder de ionização do hidróxido de cálcio que apesar de ser fracamente solúvel é altamente ionizável. O formaldeído liberado é neutralizado pela amônia<sup>22</sup>, ambos derivados do hexametilenotetramina.

As propriedades físicas dos cimentos endodônticos devem ser consideradas principalmente quando se avalia o pH dos mesmos. Os cimentos, antes de tomarem presa, são mais tóxicos, pois alguns dos seus componentes permanecem livres e as reações não estão completas<sup>1</sup>. Estes componentes livres poderiam ser os responsáveis pelas variações iniciais do pH mas sabe-se que a umidade presente no interior do dente acelera o processo de presa<sup>2, 25</sup>, diminuindo o efeito agressivo daquela mudança inicial.

No grupo I, o aumento do pH foi significativo e continuou aumentando nos dois períodos seguintes de observação

(1 e 12 horas) atingindo um máximo em um dia, quando a presa já estava completa para a maioria dos cimentos. Conclui-se que não apenas os componentes livres promovem as alterações, mas as reações que vão acontecendo entre as moléculas polares e água também as induzem.

Nos grupos II e III, as reações ocorrem entre os componentes dos cimentos sem interferência direta da água à 37°C, até a presa. Ao serem colocados na água, provocaram aumentos, exceto o Rickert-sp e Pasta FS que baixaram muito o pH inicial. No grupo III, por terem sido triturados, ficaram com uma superfície de contato maior. Isso provocou variações mais rápidas, apresentando um pico entre uma e 12 horas.

Os resultados mostram que, primeiro, ocorre uma interação entre a água e as moléculas do cimento, mesmo depois da presa, formando  $H_3O^+$ . Segundo, se ocorre tal interação, significa que os cimentos sofrem desintegração e dissolução, em meio aquoso. Essa desintegração pode não ser significativa em termos físicos, mas é suficiente para tornar o pH de ácido a neutro e até extremamente básico em curto espaço de tempo. Terceiro, as falhas na integridade do cimento aumentam a superfície de contato, expondo área maior de cimento aos fluidos orgânicos que levam não só a desintegração do mesmo, mas uma variação maior de pH na região.

Se o cimento estiver dentro do canal a alteração do meio não será tão nociva porque o processo de difusão através da dentina, garante pH fisiológico (entre 6,4 e 7,0) na superfície externa da raiz, desde que o cimento esteja íntegro<sup>23</sup>. Soluções salinas contendo raízes obturadas com CRCS, por exemplo, apresentaram pH praticamente neutro, próximo do pH ótimo para o processo de cicatrização<sup>7</sup>.

As alterações de pH tenderam, na maioria dos casos, ao básico que é menos irritante do que certas condições ácidas que propiciam a permanência bacteriana no local<sup>24</sup> e aumenta a atividade osteoclástica<sup>4, 25</sup>. Em meio alcalino, os íons hidroxila atravessam os túbulos dentinários até a região infectada causando danos no DNA e inativando as células bacterianas e seus produtos<sup>4, 13, 25</sup>. A alcalinidade também induz a formação de um selamento apical<sup>10</sup> e ajuda a controlar processos inflamatórios, como reabsorções radiculares<sup>4, 25</sup>.



Mas, em casos de sobreobturação ou obturação de topo há contato direto do cimento com o meio externo provocando diminuição no processo de cicatrização, que tem pH ótimo entre 7,2 e 7,4 para atividades de migração e síntese de DNA pelos fibroblastos, com tolerância entre 6,6 e 7,8<sup>14, 15</sup>. O contato direto do cimento com as células, antes de tomarem presa, causam danos às células<sup>1, 15</sup>.

Clinicamente, a variação de pH dos cimentos endodônticos influenciará a reparação apical e periapical. No trata-

mento de reabsorções radiculares e ápice incompleto, o tratamento prévio com hidróxido de cálcio, que possui um pH bastante alcalino, poderá ser continuado utilizando-se um cimento obturador com pH mais alcalino. Em lesões com envolvimento endodôntico e periodontal o cimento obturador facilitará o reparo se deixar o meio periodontal mais básico, inativando os microrganismos presentes.

Os resultados deste trabalho demonstram que todos os cimentos alte-

ram o pH. Desse ponto de vista, os cimentos Sealer 26, CRCS, Fillcanal e AH 26 são os mais ativos, elevando a alcalinidade. Embora os outros não alterem tanto o pH, possuem nas suas composições formaldeídos e derivados fenólicos que são tóxicos<sup>11, 22</sup>. A toxicidade dos materiais decorre de um conjunto de fatores. É impreciso dizer que um cimento é mais citotóxico que outro avaliando apenas um fator. Um estudo mais aprofundado para se averiguar a relação entre esses fatores é necessário.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - BARBOSA, S.V. et ali. Cytotoxicity of some modified root canal sealers and their eachable components. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.*, 75: 357-61, 1993.
- 2 - BRANSTETTER, J. & Von FRAUNHOFER, J. A. The physical properties and sealing action of endodontic sealer cements: a review of the literature. *J Endod*, 8 (7): 312-6, 1982.
- 3 - CAICEDO, R. & von FRAUNHOFER, J. A. The properties of endodontic sealer cements. *J Endod*, 14 (11): 527-34, 1988.
- 4 - ESBERARD, R. M. et ali. Changes in pH at the dentin surface in roots obturated with calcium hydroxide pastes. *J Endod*, 22 (8): 402-5, 1996.
- 5 - FEDARKO, N. S. et ali. Human bone cell enzyme expression and cellular heterogeneity: correlation of alkaline phosphatase enzyme activity with cell cycle. *J Cell Physio*, 144: 115-121, 1990.
- 6 - GOMES, A. S. et ali. Estudo comparado da qualidade da obturação do canal radicular frente a colocação ou não de cimento na extremidade do cone mestre. *Rev. Odonto Ciência*, 9(17): 31-8, 1994.
- 7 - 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*, 61: 624-8, 1986.
- 8 - GORDON, T. M. & RANLY, D. M.; BOYAN, B. D. The effects of calcium hydroxide on bovine pulp tissue: varia-
- 9 - GRANCHI, D.; STEA, S.; CIAPETTI, G. et ali. Endodontic cements induce alterations in the cell cycle of in vitro cultured osteoblasts. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 79: 359-66, 1995.
- 10 - JAVELET, J. et ali. Comparison of two pH levels for the induction of apical barriers in immature teeth of monkeys. *J Endod*, 11 (9): 375-8, 1985.
- 11 - LARDINOIS, M. L. Le point sur les médicaments à usage endodontique. *Rev Belge Méd Dent*, 4: 86-100, 1992.
- 12 - LEHNINGER, A. L. *Princípios de bioquímica*. São Paulo, Sarvier, 1986. p. 53-69.
- 13 - LEITÃO, A. A. C. et ali. Cellular inactivation induced by H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and active oxygen species generated by environmental stresses in bacteria. *Ciência e Cultura Journal Brazilian Association for the Advancement of Science*, 48(1/2): 55- 63, Jan./April, 1996.
- 14 - LENGHEDEN, A. Influence of pH and calcium on growth and attachment of human fibroblasts in vitro. *Scand J Dent Res*, 102: 130-6, 1994.
- 15 - LENGHEDEN, A. & JANSSON, L. pH effects on experimental wound healing of human fibroblasts in vitro. *Eu. J Oral Sci*, 103: 148-55, 1995.
- 16 - MARKOWITZ, K. et ali. Biologic properties of eugenol and zinc oxide-eugenol. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 73: 729-37, 1992.
- 17 - MASKILL, H. *The physical basis of organic chemistry*. Oxford, Oxford University Press, 1985, p. 156-215.
- 18 - MASTERTON, W. L. & HURLEY, C. N. *Chemistry. principles and Reactions*. Saunders College Publishing, 1989. p.356-3.
- 19 - MOORE, W. J. *Físico-química*. 4. ed. São Paulo, USP, 1976. p.385-432.
- 20 - PETRUCCI, R. H. *General chemistry: Principles and Modern application*. 4 ed. New York, Macmillian Publishing Company, 1985. p.504-35.
- 21 - SAFAVI, K. E. & NICHOLS, F. C. Effect of calcium hydroxide on bacterial lipopolysaccharide. *J Endod*, 19 (2): 76-8, 1993.
- 22 - SPANGBERG, L. S. W. et ali. AH 26 releases formaldehyde. *J Endod*, 19 (12): 596-8, 1993.
- 23 - TRONSTAD, L. et ali. Ph changes in dental tissues after root canal filling with calcium hydroxide. *J Endod* 7 (1): 17-21, 1981.
- 24 - von FRAUNHOFER, J. A. & BRANSTETTER, J. The physical properties of four endodontic sealer cements. *J Endod* 8 (3): 126-30, 1982.
- 25 - WIENER, B. H. & SHILDER, H. A comparative study of important physical properties of various root canal sealers. II Evaluation of dimensional changes. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 32 (6): 928-37, 1971.