



Universidade de São Paulo
Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto
Departamento de Odontologia Restauradora



LÍGIA GUSMÃO SANTOS

Avaliação das propriedades físicas de escoamento, adesão e solubilidade do cimento MTA enriquecido com aditivos de policarboxilato e naftaleno

Ribeirão Preto

2019

LÍGIA GUSMÃO SANTOS

Avaliação das propriedades físicas de escoamento, adesão e solubilidade do cimento MTA enriquecido com aditivos de policarboxilato e naftaleno

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para a conclusão do curso de graduação em Odontologia.

Aluna:

Lígia Gusmão Santos

Aluna de graduação da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto – USP

Orientador:

Prof. Dr. Ricardo Savioli

Professor Doutor do Departamento de Odontologia Restauradora
Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto – USP

Ribeirão Preto

2019



Este projeto de pesquisa foi realizado no Laboratório de Pesquisa em Dentística e Endodontia do Departamento de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo e no Laboratório de Gerenciamento de Resíduos Odontológicos.

Dedicatoria

DEDICATÓRIA

À **Deus**, por me permitir encerrar mais um ciclo, pelas oportunidades recebidas, aprendizados conquistados e por sempre ser minha fortaleza.

Aos meus pais, **Simone** e **Emerson**, que não mediram esforços para tornar esse sonho possível e sempre foram meu alicerce. Todo meu amor por vocês!

Aos meus **amigos**, que vivenciaram comigo os melhores e mais importantes anos da minha vida, me apoiando nos momentos de luta e vibrando nos momentos de alegria.

À minha **avó**, que sempre foi meu exemplo de força, luta e sabedoria.

A toda minha **família**, por todo o apoio e orientação dados durante todo esse tempo! Eterna gratidão.

Agradecimientos

AGRADECIMENTOS

Ao Prof.º Dr.º Ricardo Novak Savioli, por todo conhecimento compartilhado, pela orientação acadêmica e pela paciência. Sou grata por todo o auxílio na realização desse projeto e na minha formação profissional.

À Prof.ª Dr.ª Aline Evangelista de Souza Gabriel pela importante contribuição na execução das estatísticas desse projeto. Sou muito grata por todo o apoio nos momentos finais.

À Deborá Fernandes Costa Guedes, técnica do Laboratório de Gerenciamento de Resíduos Odontológicos, que esteve do meu lado durante toda a parte experimental, me ajudando, orientando e apoiando no que fosse preciso. Sou extremamente grata por toda calma e orientação em todos os momentos.

À FORP pela oportunidade de estudar na melhor universidade de odontologia da América Latina, por todo o conhecimento agregado e por me proporcionar os cinco melhores anos de graduação que eu poderia ter.

À Escola Comunitária de Campinas, que me proporcionou uma base sólida para enfrentar os desafios de uma grande universidade. Às amigas que fiz lá, que agradeço nas pessoas de Carol Jansen, Laís Nakai, Lívia Fonseca e Mariana Coletti.

À Maria Carolina Ferreira Gonçalves, minha amiga, por estar comigo desde o início, compartilhando comigo tantos momentos que foram cruciais para o meu crescimento e desenvolvimento pessoal.

Resumo

RESUMO

SANTOS, LG. **Avaliação das propriedades físicas de escoamento, adesão e solubilidade do cimento MTA enriquecido com aditivos de policarboxilato e naftaleno.** 2019. 34f. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.

O presente trabalho avaliou as propriedades físicas de escoamento, e solubilidade do cimento de MTA (Mineral Trióxido Agregado) puro e melhorado com a adição de dois diferentes agentes plastificantes, o Policarboxilato e o Naftaleno em três diferentes concentrações. Os testes propostos seguiram o estabelecido na norma 57 ANSI/ADA e na ISO 6876:2012. Os resultados demonstram que tanto o Policarboxilato como o Naftaleno promoveram aumento no escoamento do MTA, sendo o Policarboxilato muito superior ao Naftaleno que se mostrou igual nas diferentes concentrações estudadas. Nenhum dos aditivos utilizados promoveu um aumento significativo na solubilidade do MTA.

Palavras-chave: cimento endodôntico, MTA, aditivos, propriedades físicas.

SUMÁRIO

1. Introdução	11
2. Proposição	14
3. Materiais e Métodos	16
3.1 Delineamento experimental	17
3.2 Relação pó/líquido e tempos de manipulação e de trabalho.....	18
3.3 Escoamento	19
3.4 Solubilidade e desintegração.....	21
4. Resultados	24
5. Discussão	27
6. Conclusão	30
Referências	32

1. Introdução

1. INTRODUÇÃO

Atualmente existem no mercado vários materiais para o tratamento das lesões endodônticas. Com a evolução científica existente ao longo dos anos viu-se criada a necessidade de abordar novos materiais que dessem respostas mais precisas e com resultados mais concretos, dessa forma, foi implementado no mercado o MTA que em diversos estudos mostrou ser um material promissor e com características clinicamente inovadoras.

Diversos materiais foram utilizados no passado para reparar as lesões e perfurações da região de raiz e de furca, tais como o cimento de óxido de zinco-eugenol e resina composta, mas o seu uso resultou na formação de tecido conjuntivo fibroso adjacente ao osso. O MTA permite que se dê o crescimento de cimento e ligamento periodontal, podendo ser apresentado como um material ideal para certos procedimentos endodônticos. (Schwartz, R. S. et al. 1999).

O MTA foi desenvolvido pelo Dr. Mahmoud Torabinejad na Universidade de Loma Linda, em 1993. Trata-se de um pó branco ou cinzento de trióxido de cálcio, aluminato de cálcio, silicato tricálcico hidrofílico e alguns outros óxidos. O MTA é semelhante ao cimento Portland comercial, com exceção da adição de óxido de bismuto o que lhe confere radiopacidade. (Girdea, M. et al 2006).

Segundo (Costa, C. C. et al. 2010) o MTA apresenta as seguintes propriedades: baixa contração de presa, baixo grau de solubilidade aos fluidos teciduais, grande adaptação e aderência às paredes dentinárias, de fácil manuseio, adequado tempo de trabalho, alto grau de fluidez, não mancha a estrutura dentária, biocompatível, fácil de ser removido em caso de retratamento, capacidade osteoindutora, pH adequado, não sensível à umidade, não reabsorvível, favorece a carbonatação calcária de zonas mecanicamente danificadas.

O mecanismo de ação do MTA é similar ao hidróxido de cálcio. O óxido de cálcio presente na composição do MTA seria convertido em hidróxido de cálcio ao realizar-se a preparação da pasta com água. Este por sua vez, em contato com os fluidos teciduais, se dissociaria em íons cálcio e hidroxila que induz a formação de uma ponte de tecido duro, promovendo a reparação do local. O pó de MTA é constituído ainda por finas partículas hidrofílicas, que favorecem o uso na presença de umidade, sendo esta propriedade requerida nas cirurgias paraendodônticas. (De Carvalho, M. G. P. et al. 2005)

Após o endurecimento, o MTA se expande e é essa expansão a responsável pela capacidade de selamento das cavidades. Isso se dá em decorrência de sua pouca solubilidade e, conseqüentemente, a massa obtida não se solubiliza quando em presença de líquidos teciduais. A umidade presente nos tecidos atua como um ativador da reação química de hidratação deste material. (Lopes & Siqueira 2015).

Segundo Tawil et. al. 2015, o MTA pode ser utilizado nos seguintes casos: apicificação, retrobturação, perfuração de raiz e de furca.

A ocorrência de uma perfuração durante o tratamento endodôntico deve ser tratada com um material ideal que possibilite selar as vias de comunicação entre o sistema de canais radiculares e os tecidos circundantes. O material adequado para o tratamento de perfurações deve ter as seguintes características: não ter a sua capacidade de vedar alterada na presença de umidade, ser fácil de usar e ser radiopaco para o reconhecimento em radiografias. Deve ser atóxico, biocompatível com os tecidos do hospedeiro, insolúvel e dimensionalmente estável (Torabinejad; Pitt Ford, 1996). De acordo com Silva et al. (2012) e Aggarwal et al 2013, o Mineral Trióxido Agregado (MTA), é considerado o material mais apropriado para tratamento de perfurações, obtendo resultados satisfatórios devido à sua capacidade de vedação e biocompatibilidade com os tecidos circundantes sendo amplamente utilizado nestas situações (Solanki et al 2018).

Alaa E. et al., 2015, descreveram em seu estudo que as limitações associadas ao uso clínico do MTA são, baixo escoamento, tempo de presa longo, presença de componentes tóxicos em sua composição, descoloração e alto custo. E propõem a utilização de cimentos a base de silicato de cálcio que, segundo os autores, possuem propriedades melhores se comparadas com a do MTA tais como resistência à flexão e modulo de elasticidade.

Diante do exposto os autores do presente trabalho resolveram testar as propriedades físicas de escoamento e solubilidade do MTA associado ao naftaleno e ao policarboxilato, dois agentes plastificantes amplamente utilizados para melhorar as propriedades físicas dos cimentos a base de óxidos minerais. Para a realização dos testes propostos, seguiu-se o preconizado pela norma 57 da ADA (American Dental Association) criada em 1983 e alterada em 2000 e pela ISO 6876 (2012), ambas mundialmente reconhecidas.

2. Proposição

2. PROPOSIÇÃO

O objetivo do presente trabalho é avaliar as propriedades físicas de escoamento e solubilidade dos cimentos de MTA puro e com a adição de dois agentes plastificantes em diferentes concentrações, o naftaleno e o policarboxilato.

3. Materiais e Métodos

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Delineamento experimental

Foi realizado um estudo das propriedades físicas de escoamento e solubilidade de acordo com as normas 57 ANSI/ADA e ISO 6876 (2012) dos cimentos de MTA puro e com a adição dois agentes plastificantes, o Naftaleno e o Policarboxilato em três concentrações diferentes de acordo com a tabela abaixo.

Tabela 01 - Grupos experimentais em suas diferentes concentrações

GRUPO	PÓ	LÍQUIDO
Controle	MTA puro	Água destilada e deionizada
G I	MTA + 0,5% de Policarboxilato	Água destilada e deionizada
G II	MTA + 1,0% de Policarboxilato	Água destilada e deionizada
G III	MTA + 1,5% de Policarboxilato	Água destilada e deionizada
G IV	MTA puro	Água destilada e deionizada + 0,5 % de Naftaleno
G V	MTA puro	Água destilada e deionizada + 1,0 % de Naftaleno
G VI	MTA puro	Água destilada e deionizada + 1,5 % de Naftaleno

Figura 1 - MTA 100%

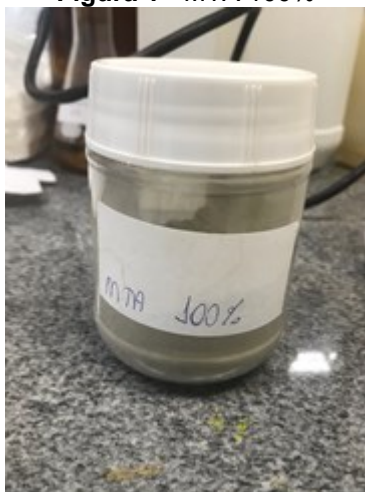


Figura 2 - Policarboxilato 100

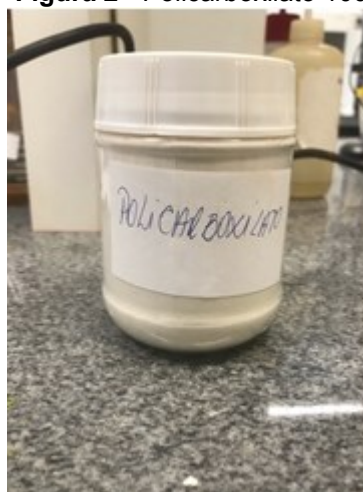
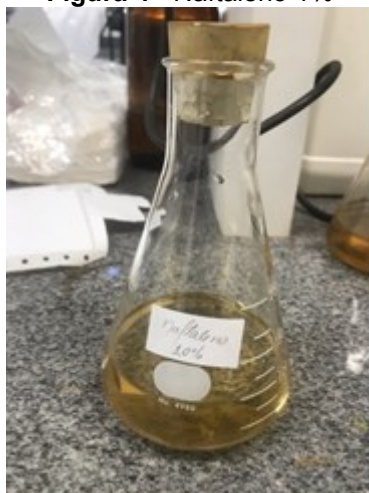
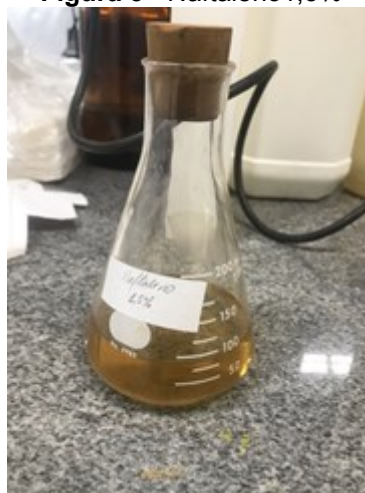
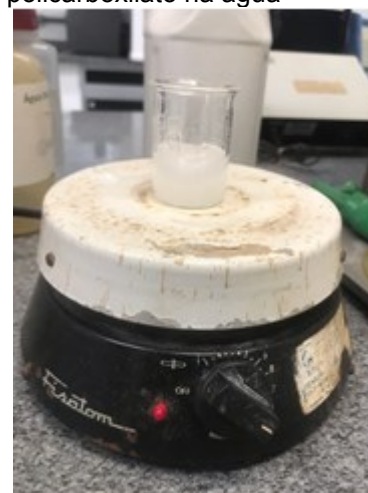


Figura 3 - Naftaleno 0,5%



Figura 4 - Naftaleno 1%**Figura 5 - Naftaleno 1,5%****Figura 6 - Agitador magnético usado para diluir o policarboxilato na água**

3.2 Relação pó/líquido e tempos de manipulação e de trabalho

Fixou-se a relação pó/líquido de acordo com o fabricante do cimento em 2,5 gramas de pó para 1,0 ml de líquido. O tempo de manipulação ficou estabelecido em 1:30 minutos para que se conseguisse realizar todos os testes e o tempo de trabalho máximo foi fixado em 10 minutos.

O pó era pesado em uma balança de precisão marca Bel Engineering, com capacidade de medir 2 casas depois da virgula e o líquido pipetado em uma pipeta automática marca Transferpette®S regulada para 1,0 ml.

Figura 7 - MTA pesado na balança BEL Engineering**Figura 8 - Pipeta regulada para 1,0 mL**

Figura 9 - Materiais utilizados para a manipulação do cimento



3.3 Escoamento

Manipulado o cimento a ser testado de acordo com a orientação do fabricante, pegava-se 0.5 ml do seu volume e colocava-se sobre uma placa de vidro limpa. Para isso, usou-se uma seringa Luer de vidro que teve a sua extremidade seccionada e cujo volume exigido foi determinado a partir de testes prévios, tendo sido confeccionada uma parada para o êmbolo, de modo que quando ele estivesse naquela posição determinada, o volume de cimento que a seringa carregaria seria sempre de 0.5 ml.

Após ter colocado o referido volume de cimento sobre a placa de vidro e decorridos 180 ± 5 segundos do início da mistura, colocou-se cuidadosa e centralmente por sobre o material amolecido, um conjunto composto por uma placa de vidro, de dimensões 60 por 60 mm e 20 gramas de peso, e por um peso adicional, fazendo com que a carga total fosse de 120 gramas.

Dez minutos após o início da mistura, removia-se o peso e, com a ajuda de um paquímetro digital marca TESA anotavam-se os diâmetros maiores e menores do disco formado pelo cimento comprimido, desde que a diferença entre eles fosse de 1 mm no máximo. Era considerado o escoamento do material a média aritmética de três determinações aproximados para o milímetro mais próximo.

Figura 10 - Materiais utilizados para o experimento

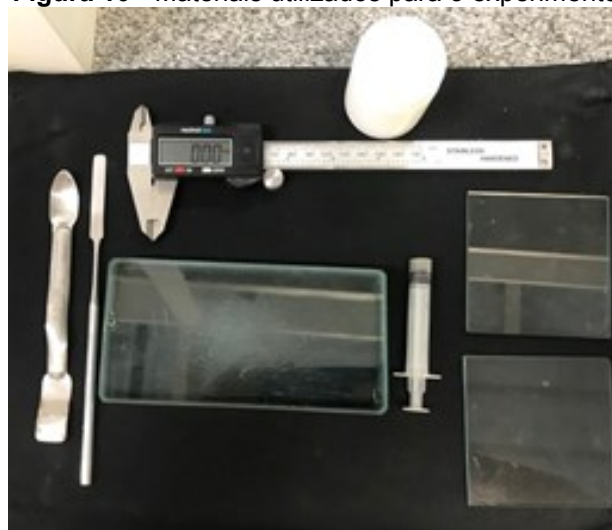


Figura 11- Manipulação do cimento após 1:30 min



Figura 12 - Seringa Luer carregada com 0,5 mL de cimento



Figura 13 - Carga de 120g sobre o cimento



Figura 14 - Medidas do diâmetro maior e menor feitas pelo paquímetro digital marca TESA

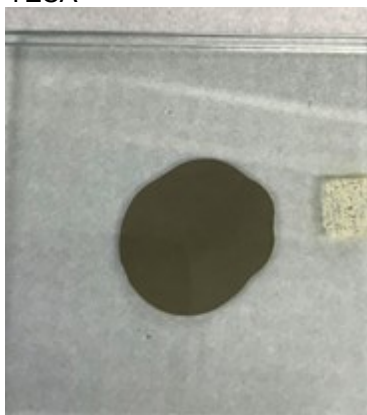


Figura 15 - Medidas do diâmetro maior e menor feitas pelo paquímetro digital marca TESA



3.4 Solubilidade e desintegração

Foram obtidos corpos de prova medindo 1,5 mm de espessura e 20 mm de diâmetro com o auxílio de moldes de teflon. Durante a confecção dos corpos inseria-se um fio de nylon impermeável de diâmetro de aproximadamente 0,5 mm na massa do cimento amolecido para sustentar o corpo de prova durante a realização do teste. Após a obtenção dos corpos de prova estes eram pesados em uma balança de precisão marca Uni Bloc, de procedência alemã aproximando os valores para os 0.001 g mais próximos.

Feito isso, suspendia-se a amostra pelo fio de nylon e a colocava no interior de um recipiente, contendo 50 ml de solução, tomando-se o cuidado de não permitir nenhum contato entre a amostra e a superfície interna do recipiente. O conjunto era fechado e levado para o interior de uma estufa a 37 ° C, ali permanecendo por 7 dias.

Decorrido esse tempo, removia-se a amostra, enxaguava-a com água destilada e deionizada, e removia-se o excesso com a ajuda de um lenço de papel absorvente. Em seguida, colocava-se a amostra suspensa pelo fio no interior de um desumidificador. Na parte inferior, colocava-se ácido sulfúrico concentrado. Mantinha-se as amostras no desumidificador por 48 horas. Passadas as 48 horas, retirava-se a amostra do desumidificador e fazia-se uma segunda pesagem, aproximando-se novamente para os 0,001 g mais próximos.

Anotava-se a perda de massa de cada amostra, expressa como a porcentagem da massa original do material. Essa perda consiste na solubilidade do material testado.

Considerou-se a média de duas determinações, aproximada para os 0,1 percentuais mais próximos, como sendo a solubilidade e desintegração do cimento testado.

Os três princípios básicos da experimentação (aleatorização, repetição e blocagem) foram respeitados.

Figura 16 - Confeção dos corpos de prova utilizando moldes de teflon, fio de nylon e papel celofane



Figura 17 - Massa de cimento colocada dentro do molde de teflon junto ao fio de nylon



Figura 18 - Compressão do cimento sobre o molde de teflon

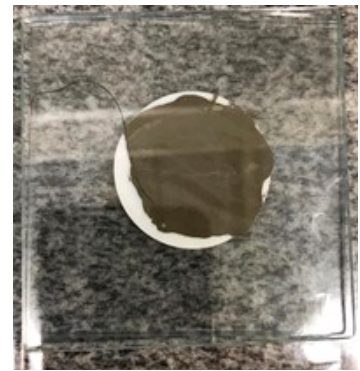


Figura 19 - Corpos de prova colocados na estufa

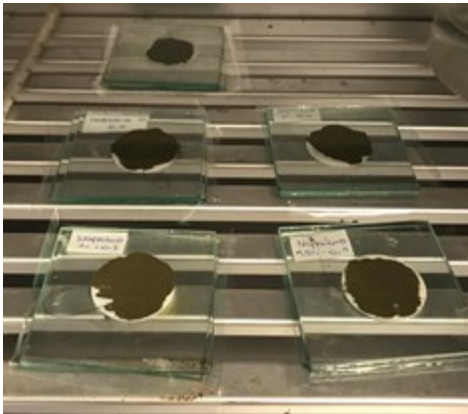


Figura 20 - Retirada dos corpos de prova da estufa



Figura 21 - Primeira pesagem dos corpos de prova



Figura 22 - Corpos de prova recortados, presos no recipiente com cera



Figura 23 - Recipientes com os corpos de prova e 50 ml de solução em cada um



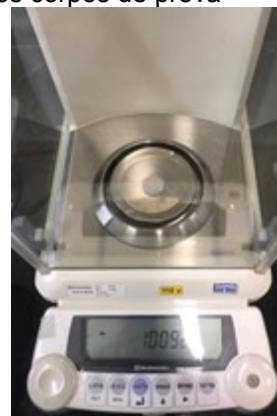
Figura 24 - Recipientes colados na estufa por 7 dias



Figura 25 - Retirada do excesso de água das amostras antes de colocá-las no desumidificador



Figura 26 - Pesagem final dos corpos de prova



4. Resultados

4. RESULTADOS

A tabela 2 mostra os resultados obtidos para o teste de escoamento dos diferentes materiais analisados.

Tabela 2 - Teste de escoamento dos cimentos analisados. (milímetros)

Cimento	Escoamento			Média	Aproximação
MTA puro	16,24	16,13	15,52	15,96	16
0,5 % Policarboxilato	31,87	33,54	34,15	33,19	33
1,0% Policarboxilato	45,01	45,70	41,68	44,13	44
1,5% Policarboxilato	52,67	55,12	52,17	53,32	53
0,5% Naftaleno	24,83	25,68	25,46	25,32	25
1,0% Naftaleno	27,66	26,61	25,34	26,53	27
1,5% Naftaleno	29,98	27,13	28,14	28,41	28

A recomendação da Especificação 57 da ADA relata que o disco formado pelo cimento deva ter pelo menos 25 mm de diâmetro. Desse modo observa-se que o MTA puro está fora do critério de aceitação da especificação da ADA.

A tabela 3 evidencia o resultado do teste de solubilidade realizado.

Tabela 3 - Teste de solubilidade dos materiais testados (% de perda de peso).

Cimento	Solubilidade (%)			Média
MTA puro	7,58	6,61	6,62	6,94
0,5 % Policarboxilato	8,79	8,53	8,19	8,50
1,0% Policarboxilato	7,05	7,65	6,59	7,10
1,5% Policarboxilato	6,33	6,56	7,13	6,67
0,5% Naftaleno	7,54	7,55	7,48	7,52
1,0% Naftaleno	11,30	10,09	11,10	10,61
1,5% Naftaleno	9,39	10,20	9,46	9,68

Após a obtenção dos resultados foi feita a Análise de Variância para os dois testes realizados. Esta análise demonstrou a normalidade de ambas as amostras. A realização do teste de Tuckey apontou diferença estatisticamente significativa entre os grupos para o teste de escoamento e a igualdade das médias para o teste de solubilidade.

O resultado do teste de Tuckey para o escoamento encontra-se na tabela 4.

Tabela 4 - Tuckey para o teste de escoamento. (Letras iguais significam mesmo grupo)

Cimento	Média	Agrupamento
MTA puro	15,93	A
0.5% Policarboxilato	33,18	B
1.0% Policarboxilato	44,13	C
1.5% Policarboxilato	53,32	D
0.5% Naftaleno	25,32	E
1.0% Naftaleno	26,53	E
1.5% Naftaleno	28,41	E

A análise do teste de Tuckey evidencia que a adição de Naftaleno em diferentes concentrações aumentou o escoamento em relação ao MTA puro, porém foi inferior ao Policarboxilato em qualquer das concentrações avaliadas.

O teste também evidenciou que a adição de Policarboxilato aumenta significativamente o escoamento do MTA, acima dos valores obtidos pelo Naftaleno e quanto maior a concentração de Policarboxilato, maior foi o escoamento observado.

A tabela 5 demonstra os resultados do teste de Tuckey para a solubilidade estudada.

Tabela 5 -Tuckey para o teste de solubilidade. (Letras iguais significam mesmo grupo)

Cimento	Média	Agrupamento
MTA puro	11.45	A
0.5% Policarboxilato	16.42	A
1.0% Policarboxilato	18.68	A
1.5% Policarboxilato	19.05	A
0.5% Naftaleno	20.84	A
1.0% Naftaleno	25.61	A
1.5% Naftaleno	30.0	A

O resultado do teste de Tuckey para a solubilidade demonstra não haver diferença entre os grupos analisados. A adição dos agentes plastificantes de Policarboxilato e Naftaleno em qualquer das concentrações estudadas não promoveu aumentos significantes na solubilidade do cimento de MTA.

5. Discussão

5. DISCUSSÃO

Os cimentos à base de silicato tricálcico apresentam excelentes propriedades biológicas que se baseiam principalmente em seu pH alcalino, o que induz a mineralização (Duarte & Demarchi 2003). Em particular, após a colocação, o material libera íons hidroxila, que aumentam o pH do ambiente e promovem uma reação inflamatória que resulta na formação de hidroxiapatita (Meyer & Eanes 1978) e conseqüentemente dentina reparadora (Danesh *et al* 2006) simultaneamente, eles criam um ambiente hostil para a sobrevivência e proliferação microbiana (Gandolfi *et al* 2012).

Apesar de sua grande vantagem biológica, sua utilização ainda é tecnicamente difícil uma vez que ele apresenta baixa plasticidade, o que acarreta dificuldade de ser introduzido no interior de espaços pequenos e do canal radicular.

Para sanar este problema em 2018 foi apresentado ao mercado o MTA Repair HP (High-Plasticity) cuja formulação é, segundo o próprio fabricante (Angelus, Londrina, PR, Brazil), o MTA convencional com a adição de um plastificante.

De acordo com Silva *et al.* (2012), O Mineral Trioxide Aggregate (MTA), tem sido considerado o material mais apropriado para tratamento de perfurações e iatrogenias, ele pode ajudar a obter resultados satisfatórios devido à sua capacidade de vedação e biocompatibilidade com os tecidos circundantes.

No presente trabalho, a utilização do Policarboxilato e do Naftaleno como aditivos do MTA se deu pelo fato de ambos serem agentes plastificantes consagrados (Oliveira *et al* 2000, Gouveia & Murad 200) e de alta eficiência (Rixom & Mailvaganam 1999), (Mehta & Monteiro 2008), além de apresentarem excelente biocompatibilidade (Mohammad *et al* 2012), (Solanki *et al* 2018). A escolha das concentrações de 0.5%, 1.0% e 1.5% está de acordo com Lyra, JS (2010) que relata que teores de 0.05% a 1.50% de aditivo incorporados ao material acarretam a diminuição da viscosidade e da tensão de escoamento e aumento do tempo de pega dos cimentos.

A adição de um agente plastificante aumentou significativamente o escoamento, dando especial ênfase ao Policarboxilato com valores muito superiores aos obtidos pelo MTA puro e com adição de Naftaleno.

A análise dos resultados mostra que o Policarboxilato nas três concentrações estudadas aumenta significativamente o escoamento do MTA, e que quanto maior a concentração do agente maior é o aumento observado. Os resultados obtidos pelo Naftaleno deixam claro que este agente aumenta a plasticidade do MTA, porém com valores abaixo dos observados pelo Policarboxilato. O aumento da concentração de Naftaleno não refletiu da mesma forma no aumento da plasticidade.

Em relação a solubilidade, a adição de agentes plastificantes estudados neste trabalho não promoveu o aumento da solubilidade do cimento de MTA o que por si só demonstra as vantagens destes aditivos.

A solubilidade é uma característica dos cimentos a base de silicato de cálcio. Suas propriedades biológicas se devem a liberação dos íons hidroxila (Meyer & Eanes 1978) e isso só é possível caso haja solubilização do material, pelo menos em sua fase inicial.

Mais estudos ainda precisam ser realizados para adequar o MTA as expectativas dos profissionais e as exigências das normas técnicas que balizam o comportamento físico-químico dos materiais obturadores de canais radiculares.

6. Conclusão

6. CONCLUSÃO

Diante dos dados obtidos no presente trabalho é lícito concluir que a adição de agentes plastificantes melhora significativamente o escoamento do MTA sendo que o Policarboxilato se mostra muito superior ao Naftaleno em todas as concentrações estudadas.

A adição de Policarboxilato e de Naftaleno nas concentrações estudadas não promoveu aumento na solubilidade do cimento de MTA.

Referências

REFERÊNCIAS

AGGARWAL, V., SINGLA, M., MIGLANI, S., & KOHLI, S. Comparative evaluation of push-out bond strength of ProRoot MTA, Biodentine, and MTA Plus in furcation perforation repair. *Journal of conservative dentistry: JCD*, v. 16, n.5, p. 462–465, 2013

ALAA E. DAWOOD; PETER PARASHOS; REBECCA H.K. WONG; ERIC C. REYNOLDS; DAVID J. MANTON Calcium silicate-based cements: composition, properties, and clinical applications. *Journal of Investigative and Clinical Dentistry*, v. 8, n. 2, p., 2015.

ANSI/ADA 57 Specification. Endodontics filling materials. https://webstore.ansi.org/preview-pages/ADA/preview_ANSI+ADA+Specification+No.+57-2000.pdf

COSTA, J. A.; RACHED-JÚNIOR, F.A.; SOUZA-GABRIEL, A.E.; SILVA-SOUSA, Y. T.; SOUSA-NETO, M. D. Push-out strength of methacrylate resin-based sealers to root canal walls. *International Endodontic Journal*, v.43, n.8, p.638-706, 2010.

DANESH, G.; DAMMASCHKE, T.; GERT, H. U. V.; ZANBDIGLARI, T.; SCHÄFER, E. A comparative study of selected properties of ProRoot mineral trioxide aggregate and two Portland cements. *Int. Endod. J.*, v. 39, n. 3, p. 213-219, 2006.

DE CARVALHOA, M. G. P., et al. Apicetomia seguida de obturação retrógrada com agregado trióxido mineral (MTA) – relato de caso clínico. *Revista de Endodontia. Pesquisa e Ensino On Line*-v. 1, n. 2. 2005.

DUARTE, M. A. H.; DEMARCHI, A. C. C. O.; YAMASHITA, J. C.; KUGA, A. C.; FRAGA, S. C. pH and calcium ion release of 2 root-end filling materials. *ORAL SURGERY ORAL MEDICINE ORAL PATHOLOGY*. March 2003

GANDOLFI, M.G.; SIBONI, F; PRATI, C. Chemical–physical properties of TheraCal, a novellight-curable MTA-like material for pulp capping Laboratory of Biomaterials and Oral Pathology, Department of Odontostomatological Sciences, University of Bologna, Bologna, Italy *International Endodontic Journal*, v.45, p. 571–579, 2012

GIRDEA, M.; CIOBANO, G.; AMARIEI, C.; SIMILEANU, R. F. Advantages of ProRoot MTA in treating periapical lesions. Clinical cases. *Oral Health Dental Management*, v. 5, n.4, p. 34-40, 2006.

GOUVÊA, D.; MURAD, B. B. S. Influência das características ácido-básicas da superfície dos óxidos na estabilidade de suspensões cerâmicas de Al₂O₃ ou SnO₂ com dispersantes comerciais. *Cerâmica*. v. 47, n 301, 2001.

ISO 6876:2012. Dentistry — Root canal sealing materials. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:6876:ed-3:v1:en>

LYRA, J.S. Estudo da influencia de policarboxilato comercial na hidratação, reologia e fisico-quimica de superficie do cimento. São Paulo: Tese de Mestrado [Universidade de São Paulo – Escola Politecnica], 2010.

- LOPES, H. P. & SIQUEIRA, J. F. Endodontia. Biologia e Técnica. Ed. Saraiva. 4 ed. 2015.
- MARIA, G., GABRIELA, C., AMARIEI, C. Advantages of ProRoot MTA in treating periapical lesions. Clinical cases. OHDMBSC v. 5, n.4, p., 2006.
- MEHTA, P.K., MONTEIRO, P. J. M., CONCRETO Microestrutura, Propriedades e Materiais. 3o ed. p. 674, 2008.
- MEYER, J. L.; EANES, E. D. A Thermodynamic Analysis of the Amorphous to Crystalline Calcium Phosphate Transformation. Calcif. Tiss. Res. v. 25, p. 59-68, 1978.
- MOHAMMAD-GHASEM AMINOZARBAN, MASOUD BARATI, IMAN SALEHI, SEYED BEHROUZ MOUSAVI. Biocompatibility of mineral trioxide aggregate and three new endodontic cements: An animal study. Dent Res J. v. 9, n. 1, p. 54–59, 2012.
- OLIVEIRA, I.R., STUDART, A. R., PILEGGI, R. G., PANDOLFELLI, V. C., Dispersão e Empacotamento de Partículas: princípios básicos e aplicações em processamento cerâmico. São Paulo: Fazenda Arte Editorial. p. 224, 2000.
- PITTFORD, T. R.; TORABINEJAD, M. Using mineral trioxide aggregate as a pulp-capping material. JADA, v.127, p. 1491, 1996
- RIXOM, M.R., MAILVAGANAM, N. P., Chemical admixtures for concrete, ed. T. Edition, New York, p 437, 1999
- SCHWARTZ, R. S.; MAUGER, M.; DAVID J. CLEMENT, D. J.; WILLIAM. A mineral trioxide aggregate: a new material for endodontics. JADA, v. 130, p. 967, 1999.
- SILVA NETO J.D., SCHNAIDER T.B., GRAGNANI A., PAIVA A.P., NOVO N.F., FERREIRA L.M. Portland cement with additives in the repair of furcation perforations in dogs. Acta Cir Bras. v. n. 27, p. 11, p.809-14, 2012
- SOLANKI, N. P.; VENKAPPA, K. K.; SHAH, N. C. Biocompatibility and sealing ability of mineral trioxide aggregate and biodentine as root-end filling material: A systematic review. Journal Conservative Dentistry. v.21, n.1, p.10-5, 2018.
- TAWIL PZ, DUGGAN DJ, GALICIA JC. Mineral trioxide aggregate (MTA): its history, composition, and clinical applications. Compend Contin Educ Dent. v. 36, n. 4, p. 247-52; quiz 254, 264. 2015