

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
OPÇÃO ENDODONTIA

**ESTUDO *IN VITRO* DO TRANSPORTE DE ÍONS HIDROXILA
E CÁLCIO ATRAVÉS DA DENTINA RADICULAR**

MARA CRISTINA SANTOS FELIPPE

DISSERTAÇÃO APRESENTADA AO CURSO DE
PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA
CATARINA COMO REQUISITO PARA A
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM
ODONTOLOGIA - OPÇÃO ENDODONTIA

Orientador: Prof. Dr. Ilson José Soares

FLORIANÓPOLIS
1998

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
OPÇÃO ENDODONTIA


A dissertação ESTUDO *IN VITRO* DO TRANSPORTE DE ÍONS HIDROXILA E CÁLCIO ATRAVÉS DA DENTINA RADICULAR

elaborada por: MARA CRISTINA SANTOS FELIPPE

e aprovada por todos os membros da Banca Examinadora foi julgada adequada para a obtenção do título de MESTRE EM ENDODONTIA.

Florianópolis, 26 de fevereiro de 1998.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Ilson José Soares



Prof. Dr. Adilson José Curtius

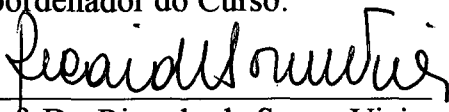


Prof. Dr. Gilson Blitzkow Sydney

Professor Orientador:

Prof. Dr. Ilson José Soares

Coordenador do Curso:



Prof. Dr. Ricardo de Souza Vieira

*Misteriosamente, as passagens difíceis de nossas vidas
escondem fascínio e poesia.*

(Autor desconhecido)

Ao meu amado esposo,
WILSON TADEU FELIPPE, pelo apoio e incentivo constantes.

Aos meus adorados filhos,
GABRIELA e ANDRÉ, pela ausência sofrida durante a
elaboração deste trabalho.

Aos meus queridos pais,
JOAQUIM e VALDA, responsáveis maiores pela formação do
meu caráter e da minha personalidade.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Aos professores:

Dr. *Ilson José Soares* e Dr. *Adilson José Curtius*, experientes pesquisadores, meus sinceros agradecimentos pelas horas dedicadas à orientação e co-orientação desta pesquisa.

AGRADECIMENTOS

Profª *Liene Campos*, pela revisão no que diz respeito à metodologia bibliográfica.

Prof. *Lúcio José Botelho*, pela elaboração da análise estatística.

Prof. Dr. *Telmo Tavares*, sempre disposto a esclarecer dúvidas surgidas.

Jucélia Beatriz Dario, química da Central de Análises - Departamento de Química, pela valiosa colaboração no manuseio do espectrômetro de absorção atômica.

Marli Nunes e Jackeline Caldeira de Andrada Natividade, funcionárias do Laboratório de Endodontia, que me auxiliaram na execução da parte experimental.

A todos que ajudaram, direta ou indiretamente, agradeço profundamente a orientação, ajuda técnica, paciência, amizade e estímulo.

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

| | |
|---|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 10 |
| 2 REVISÃO DA LITERATURA | 15 |
| 2.1 Uso em dentes despolidos e ação antibacteriana..... | 16 |
| 2.2 Ação dissolvente..... | 23 |
| 2.3 Difusão de íons hidroxila e/ou cálcio..... | 24 |
| 2.4 Mecanismo de ação..... | 34 |
| 2.5 Trocas da medicação..... | 35 |
| 3 PROPOSIÇÃO | 38 |
| 4 MATERIAL E MÉTODOS | 40 |
| 4.1 Seleção e preparo dos dentes..... | 41 |
| 4.2 Coleta das amostras..... | 43 |
| 4.3 Trocas da medicação..... | 43 |
| 4.4 Obtenção das medidas de pH..... | 44 |
| 4.5 Obtenção das medidas de concentração de íons cálcio..... | 44 |
| 4.6 Cálculo da quantidade de hidróxido de cálcio extraído dos dentes.... | 45 |
| 4.7 Análise estatística..... | 46 |
| 5 RESULTADOS | 48 |
| 5.1 Medidas de pH das amostras dos dentes dos diversos grupos..... | 49 |
| 5.2 Medidas da concentração de cálcio nas amostras dos dentes dos diversos grupos..... | 51 |
| 5.3 Comparações entre os grupos..... | 54 |
| 5.3.1 <i>Em relação às medidas de pH</i> | 55 |
| 5.3.2 <i>Em relação à concentração de cálcio</i> | 56 |
| 6 DISCUSSÃO | 65 |
| 6.1 Quanto à metodologia..... | 66 |
| 6.2 Quanto aos resultados..... | 71 |
| 6.2.1 <i>Transporte dos íons hidroxila</i> | 72 |
| 6.2.2 <i>Transporte dos íons cálcio</i> | 75 |
| 6.2.3 <i>Comparações entre dentes do mesmo grupo</i> | 76 |
| 6.2.4 <i>Influência do veículo</i> | 77 |
| 6.2.5 <i>Influência da troca da medicação</i> | 79 |
| 7 CONCLUSÕES | 82 |
| 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 84 |
| ANEXOS | 95 |

RESUMO

Esta pesquisa foi conduzida com o objetivo de avaliar o transporte, através da dentina radicular, de íons hidroxila e cálcio, provenientes de hidróxido de cálcio associado a diferentes veículos e, paralelamente, de observar a influência de trocas da medicação sobre esse transporte. Para isso, foram empregados 8 dentes extraídos de um cão. Após o esvaziamento dos canais, remoção do cimento e recobrimento da porção apical, os dentes foram divididos em 4 grupos. Em dois grupos, os canais foram preenchidos com hidróxido de cálcio veiculado em propileno glicol (Grupo 1) ou água destilada (Grupo 2). Os dentes do Grupo 3 foram preenchidos com a mesma pasta usada no Grupo 1 e, de 4 em 4 semanas, foram feitas trocas da medicação. Os dentes do Grupo 4 permaneceram vazios, constituindo o grupo-controle. Realizado o selamento coronário, os dentes foram postos em frascos plásticos individuais, contendo 10 ml de água deionizada. Ao longo de 127 dias, a água foi coletada a diversos intervalos, com o intuito de registrar o pH e a concentração de cálcio. A análise desses registros permitiu observar que os íons hidroxila e cálcio se difundem através da dentina radicular, sem diferenças significativas com relação aos veículos empregados e que as trocas da medicação não foram capazes de aumentar o transporte iônico.

ABSTRACT

The present research had as a goal to assess diffusion, through radicular dentin, of hydroxyl and calcium ions, such as generated by calcium hydroxide associated to different vehicles and, at the same time, to observe the influence medication changes might exert upon such diffusion. To that end, 08 (eight) extracted dog's teeth were employed. Following emptying of canals, removal of cementum and covering of the apical portion, the teeth were divided into 04 (four) groups. In two groups, the canals were filled with calcium hydroxide in a propylene glycol vehicle (Group 1), or distilled water (Group 2). Teeth in Group 3 were filled with an identical paste to that of Group 1, changes of the medication being carried out at every 4 weeks. Teeth in Group 4 were kept empty, becoming the control group. After coronary sealing, the teeth were placed into individual plastic containers with 10 ml deionized water. Along a period of 127 days the water was collected at various time intervals in an effort to record pH and calcium concentration. Analysis of such data made possible to note hydroxyl and calcium ions permeate through the radicular dentin, without significant differences as it regards the vehicles employed. It was also observed the changes of medication were not able to increase ion diffusion.

1 INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

Diante de um dente que apresenta a polpa vital, o êxito do tratamento endodôntico, traduzido por ausência de sintomatologia e normalidade dos tecidos periapicais, geralmente é obtido sem maiores complicações. No entanto, em se tratando de dentes despolpados, com lesões periapicais, a literatura tem demonstrado que o índice de reparo alcançado é menor (KEREKES, TRONSTAD, 1979; SELTZER et al., 1963; SJÖGREN et al., 1990; STORMS, 1969).

O principal fator etiológico das periapicopatias é a presença de bactérias na cavidade pulpar. Principalmente alojadas na luz do canal principal, elas podem invadir canais laterais, deltas apicais e, inclusive, os túbulos dentinários.

Há que se considerar que, quando uma lesão periapical é visível radiograficamente, a inflamação dos tecidos e a destruição óssea são de maior extensão e, nesses casos, quase sempre há reabsorção de cimento e dentina, que podem gerar, na superfície externa da raiz, nichos propícios à proliferação bacteriana (BYSTRÖM et al., 1987).

Mesmo quando a causa da mortificação pulpar é de origem traumática, poderá ocorrer a infecção do canal, por anacorese (WALTON, TORABINEJAD, 1989) ou pela invasão bacteriana, através de trincas no esmalte e dentina ou túbulos dentinários expostos (TRONSTAD, 1988). Nesses casos, a reabsorção radicular, iniciada por alterações na camada de cementoblastos e/ou pré-cimento, é mantida pela presença de bactérias no sistema de canais radiculares e, em especial, nos túbulos dentinários, de onde podem alcançar as áreas reabsorvidas da superfície externa da raiz. Se não for tratada a tempo, a reabsorção inflamatória levará à perda do elemento dental.

Outra preocupação diz respeito às endotoxinas bacterianas, lipopolissacarídeo existente na parede celular das bactérias gram-negativas e presente em maior quantidade nos dentes portadores de lesões periapicais. Após a destruição dos microrganismos, as endotoxinas liberadas de suas paredes podem causar agressão aos tecidos, mantendo o processo inflamatório (SCHEIN, SCHILDER, 1975).

Por esses motivos, em se tratando de dentes despolpados com evidências clínico-radiográficas de lesão periapical, associados ou não a traumatismos, pressupõe-se a presença de microrganismos e esforços devem ser empreendidos no sentido de eliminá-los completamente do interior da estrutura dental.

Não há dúvida de que o preparo mecânico, através do uso criterioso dos instrumentos endodônticos, auxiliado por irrigações com solução antibacteriana, é capaz de reduzir, consideravelmente, a flora microbiana da cavidade pulpar (BYSTRÖM, SUNDQVIST, 1981, 1985; YARED, BOU DAGHER, 1994).

Porém, estudos têm mostrado, repetidamente, que a recolonização pode ocorrer em curto espaço de tempo (BENCE et al., 1973; BYSTRÖM,

SUNDQVIST, 1981, 1985; BYSTRÖM et al., 1985). A complexa anatomia do canal radicular, os túbulos dentinários e a presença de crateras de reabsorção na superfície externa da raiz constituem locais de difícil acesso aos instrumentos e soluções irrigadoras e, assim, desde que permaneçam microrganismos vivos após a realização do preparo mecânico, é de se esperar que essa recolonização aconteça.

Seria sensato, nessas situações, conciliar procedimentos que, aliados ao preparo mecânico, pudessem eliminar ou pelo menos diminuir ainda mais a quantidade de bactérias que resistiram à instrumentação.

Desde que executada adequadamente, a obturação do canal seria uma alternativa para se atingir esse objetivo. Através do completo preenchimento do canal, seria possível eliminar o espaço e os nutrientes necessários para a sobrevivência e proliferação microbiana. Entretanto, a existência de falhas na sua execução pode levar ao fracasso do tratamento, já que dela dependeria a manutenção da desinfecção alcançada pelo preparo mecânico.

Além disso, os microrganismos remanescentes, alojados em ramificações do canal principal, em lacunas de reabsorção de cimento e dentina, ou mesmo no interior de túbulos dentinários expostos na superfície externa da raiz, teriam os fluidos tissulares como fonte de nutrição e, praticamente, não sofreriam as conseqüências desse procedimento.

Outra alternativa seria a utilização de uma medicação intra-canal, com propriedades anti-sépticas, antes de se realizar a obturação do canal.

Embora alguns autores considerem desnecessária ou duvidosa a utilização do curativo de demora (GUTMANN, DUMSHA, 1988; WALTON, TORABINEJAD, 1989), outros têm demonstrado que o seu uso constitui um auxiliar valioso na destruição das bactérias que sobreviveram ao preparo químico-mecânico, melhorando o prognóstico dos tratamentos (BYSTRÖM, SUNDQVIST, 1981; HOLLAND et al., 1992; LEONARDO et al., 1995).

Vários medicamentos foram e continuam sendo utilizados como curativo de demora no tratamento de dentes despulpados (BYSTRÖM et al., 1985; HAMMARSTRÖM et al., 1986; HEITHERSAY, 1975, 1984; MATSUMIYA, KITAMURA, 1960; PIERCE, LINDSKOG, 1987; SJÖGREN et al., 1991; WALTON, 1984).

No entanto, deve-se ressaltar que, ao lado da tão desejada ação antibacteriana - requisito indispensável para a seleção do curativo a ser usado nesses casos - reside também a necessidade de uma medicação que não seja agressiva aos tecidos perirradiculares, o que restringe, consideravelmente, o número de fármacos à disposição do endodontista.

Dentre os disponíveis, o hidróxido de cálcio vem conquistando cada vez mais a preferência dos profissionais. Além de ser bem tolerado pelos tecidos e estimular a formação de tecido mineralizado, este produto exerce uma reconhecida atividade bactericida, devido ao pH altamente alcalino (pH 12,4) que apresenta

(BYSTRÖM et al., 1985; GEORGOPOULOU et al., 1993; SJÖGREN et al., 1991).

A ação do hidróxido de cálcio se deve à dissociação de seus componentes em meio aquoso (Ca^{2+} e OH^-). Colocado o medicamento no interior do canal, os íons hidroxila se difundem através da estrutura dentária, promovendo alterações no pH da dentina, alcalinizando-a e criando um meio impróprio à sobrevivência da grande maioria dos microrganismos presentes na cavidade pulpar, nos túbulos dentinários e até na superfície externa da raiz, quando da ausência de cimento (TRONSTAD et al., 1981).

Ademais, estudos têm demonstrado que o seu uso pode resultar na hidrólise do lipopolissacarídeo bacteriano e, inclusive, na eliminação do seu efeito residual tóxico (SAFAVI, NICHOLS, 1993, 1994).

Apesar de haver quem negue essa difusão (FUSS et al., 1989), ou ateste que ela se dá de maneira bastante lenta (WANG, HUME, 1988), diversos autores, utilizando distintas metodologias, têm comprovado a sua ocorrência (ESBERARD et al., 1996; FOSTER et al., 1993; MCKENZIE et al., 1995; NERWICH et al., 1993; SIMON et al., 1995; TRONSTAD et al., 1981; WU et al., 1989).

TRONSTAD et al. (1981) foram os primeiros pesquisadores a demonstrar a alteração de pH da dentina, em virtude da presença do hidróxido de cálcio no canal radicular. Segundo esses autores, essa alcalinização, ao lado do efeito antimicrobiano, também promove a neutralização das hidrolases ácidas liberadas pelos osteoclastos e cria um micro-ambiente favorável ao processo de reparo, pela ativação da fosfatase alcalina (BOURNE, 1972, apud TRONSTAD et al. (1981).

Ainda que, para a maioria dos autores, a justificativa para o uso do hidróxido de cálcio esteja baseada nas alterações de pH determinadas pelos íons hidroxila, a literatura apresenta alguns estudos sugerindo que o íon cálcio pode participar, principalmente, no mecanismo de formação de tecido duro (HEITHERSAY, 1975; TRONSTAD et al., 1981). Segundo GORDON et al. (1985), o íon cálcio atua como o cátion que limita a solubilidade do composto hidróxido, reduzindo, assim, a toxicidade do medicamento.

Um aspecto importante, em relação ao emprego do hidróxido de cálcio como curativo de demora, diz respeito ao tempo em que ele permanece ativo no interior do canal radicular. Se houver exaustão de íons hidroxila, a dentina não será mais alcalinizada e, em decorrência disso, a atividade anti-séptica deixará de existir. Apesar de ainda não estar bem definido, é possível que a substituição da pasta existente no canal, por uma nova mistura de hidróxido de cálcio (procedimento designado daqui por diante de renovação ou troca), permita a continuidade da liberação iônica e, por consequência, do efeito antibacteriano.

Há registros na literatura sugerindo que o hidróxido de cálcio promove a obstrução dos túbulos, diminuindo a permeabilidade dentinária (PASHLEY et al., 1986; PORKAEW et al., 1990). Se realmente isso ocorre, a troca ou renovação da medicação seria um procedimento injustificável, uma vez que, se os túbulos

estiverem obstruídos, não haverá mais possibilidade dos íons "permearem" através deles.

Um outro fator a ser considerado é a carbonatação, reação química que ocorre quando o hidróxido de cálcio entra em contato com o dióxido de carbono, transformando-se em carbonato de cálcio. Esse produto não apresenta a capacidade anti-séptica e indutora de mineralização, própria do hidróxido de cálcio (ESTRELA et al., 1995a).

Sobre este aspecto, o estudo realizado por COHEN, LASFARGUES (1988), demonstrou que essa carbonatação não ocorre, desde que seja feito um correto selamento coronário que mantenha o canal - e a pasta no seu interior - em ambiente de anaerobiose.

No entanto, TRONSTAD (1976) recomenda que seja feita a renovação da pasta, pois acredita que essa reação química acontece, levando à perda das propriedades desejáveis da medicação. Da mesma forma, SOUZA et al. (1989) justificam que trocas são necessárias, porque o hidróxido de cálcio, ao sofrer a ação dos fluidos tissulares, perde a sua efetividade, desaparecendo, inclusive, do interior do canal radicular, principalmente nos casos em que é veiculado em água destilada.

Já BYSTRÖM et al. (1985) afirmam que a quantidade de pasta que é levada à cavidade pulpar é suficiente para liberar íons hidroxila por um longo tempo.

Em recente pesquisa, ESBERARD et al. (1996) demonstraram, *in vitro*, que, após a colocação de pastas de hidróxido de cálcio no canal radicular, medidas de pH, feitas em cavidades realizadas na superfície externa da raiz, se mantiveram elevadas por um período de 120 dias.

Diante das diferentes opiniões em relação ao uso desse medicamento e, principalmente, quanto à necessidade de se renovar a medicação, realizou-se a revisão da literatura, descrita a seguir, objetivando encontrar dados que pudessem melhor orientar a execução de um estudo sobre o transporte de íons hidroxila e cálcio através da dentina.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2 REVISÃO DA LITERATURA

Desde que foi introduzido por HERMANN, em 1920, como material para recobrimento pulpar, o hidróxido de cálcio tem sido indicado nas mais diferentes situações clínicas. Essa revisão da literatura, descrita em ordem cronológica, está restrita à sua utilização em dentes despolpados e ação antibacteriana, ação dissolvente, difusão de íons hidroxila e cálcio através da estrutura dentária, considerações a respeito do possível mecanismo de ação e, finalmente, aborda a questão da necessidade ou não de se realizar trocas da medicação.

Durante algum tempo, o hidróxido de cálcio foi empregado como curativo de demora em dentes despolpados, com resultados bastante satisfatórios e, apesar de alguns autores sugerirem uma possível atividade antimicrobiana, devido à sua alcalinidade, os estudos que vieram a comprovar essa ação foram realizados anos depois de sua aceitação clínica.

2.1 Uso em dentes despolpados e ação antibacteriana

MATSUMIYA, KITAMURA (1960) reportaram um efeito favorável do hidróxido de cálcio quando empregado em dentes infectados de cães. Depois do preparo mecânico, um grupo de dentes foi medicado com antibiótico ou anti-séptico, antes de receber um curativo com hidróxido de cálcio. Em outro grupo, o hidróxido de cálcio foi colocado sem a utilização prévia de qualquer produto antibacteriano. A análise histo-patológica e histo-bacteriológica dos dentes tratados demonstrou que não houve diferença no processo de reparo entre os grupos, evidenciando que o hidróxido de cálcio, por si só, atuou como um agente antibacteriano eficaz. Os autores concluíram que essa medicação acelerou o processo de reparo, a despeito de ainda existirem microrganismos no interior do canal, no momento da sua aplicação. Observaram ainda que as bactérias deixadas no interior dos tecidos foram gradativamente diminuindo em número e finalmente desapareceram, à medida que o processo de reparo progrediu.

Em artigo publicado em 1970, HEITHERSAY sugeriu, entre outras indicações, o uso do hidróxido de cálcio no tratamento de dentes despolpados, principalmente aqueles portadores de grandes lesões periapicais, por tratar-se de um material anti-séptico, devido ao pH altamente alcalino.

O mesmo autor, cinco anos após, descreveu os procedimentos para a sua utilização em várias situações clínicas de dentes despolpados, associados à patologia apical. Após discutir possíveis mecanismos de ação, concluiu que o uso desse material, nas situações apresentadas, além de simplificar o tratamento, parece também favorecer o reparo, principalmente nos casos onde a formação de tecido duro é desejada.

Pouco tempo depois, CVEK, HOLLENDER, NORD (1976) realizaram análise microbiológica, clínica e radiográfica de incisivos permanentes com necrose pulpar, tratados em sessão única e preenchidos com hidróxido de cálcio. Três meses após o preparo, a análise bacteriológica revelou que apenas 8% das amostras eram positivas e, aos seis meses, somente 9% apresentaram crescimento bacteriano. Os autores sugeriram que, uma vez colocado no canal, provavelmente o hidróxido de cálcio provoca a destruição dos microrganismos em virtude do seu alto pH. Além disso, lançaram a hipótese de que esse medicamento seria capaz de eliminar resíduos necróticos que serviriam como substrato para o crescimento bacteriano. Graças à metodologia empregada e aos resultados obtidos, sustentaram a idéia de que não é necessário adicionar qualquer outro produto anti-séptico ao hidróxido de cálcio.

VERNIEKS, MESSER (1978), através de um estudo de acompanhamento clínico-radiográfico de até 4 anos, avaliaram o potencial de reparo ocorrido frente ao uso do hidróxido de cálcio como medicação temporária em 78 dentes despolpados. Depois do preparo, os canais foram medicados com uma combinação antibiótica. O hidróxido de cálcio, veiculado em uma base de metil celulose, só foi introduzido no canal após ter sido obtida uma cultura negativa. O índice de reparo ocorrido após 12 meses de acompanhamento foi de 66,7% e, aos 18 meses, subiu para 79,5%. Após 4 anos, ocorreram somente três casos de insucesso, resultando, ao final, num índice superior a 96%. Os autores sugeriram que a adição de produtos antibacterianos ao hidróxido de cálcio, os quais são comprovadamente irritantes, é dispensável, já que os resultados deste estudo foram semelhantes aos obtidos por autores que combinaram o uso desses agentes.

HOLLAND et al. (1979) desenvolveram uma pesquisa em dentes de cães, com lesões periapicais experimentalmente induzidas, com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes pastas de hidróxido de cálcio sobre o processo de cura. Em um grupo de dentes, após o preparo mecânico, realizado um mm além do ápice, os canais foram secos e preenchidos com óxido de zinco e eugenol (OZE), Calvital e hidróxido de cálcio veiculado em água destilada ou em paramonoclorofenol

canforado (PMCFC). Em outro grupo, depois da sobreinstrumentação, os condutos receberam um curativo com corticóide associado a um antibiótico e, somente em sessão posterior, é que os canais receberam os mesmos materiais utilizados para o grupo anterior. Seis meses depois, os animais foram sacrificados e os espécimes processados para análise histológica. Os resultados dessa pesquisa permitiram observar a superioridade do hidróxido de cálcio, quando comparado com o OZE. Além disso, os dentes que receberam um curativo antes do uso do hidróxido de cálcio apresentaram melhores condições no processo de reparo. Ainda, o hidróxido de cálcio veiculado em água destilada foi mais facilmente absorvido do que as outras pastas, enquanto que, quando utilizado com o PMCFC, essa absorção ocorreu em menor grau. A obliteração do forame apical pela deposição de tecido duro foi mais freqüente nos casos obturados com o hidróxido de cálcio misturado ao PMCFC, onde 50% dos espécimes exibiram fechamento apical completo e 35%, fechamento parcial. Os autores argumentam não ser possível afirmar se foi a atividade antimicrobiana do PMCFC ou a sua natureza oleosa que influenciou positivamente os resultados dos dentes tratados com o hidróxido de cálcio associado a esse medicamento.

COSTA et al. (1981), em pesquisa clínica, utilizaram hidróxido de cálcio veiculado em PMCFC, no tratamento de treze dentes com lesões periapicais extensas. Concluíram que a medicação estimulou a reparação tecidual, pois em período relativamente curto (de 2 a 10 meses), os casos tratados exibiram reparo completo ou avançado.

Quatro anos depois, BYSTRÖM, CLAEISSON, SUNDQVIST (1985) avaliaram a eficácia antimicrobiana do hidróxido de cálcio, do PMCFC e do fenol canforado (FC), como curativos de demora em 65 dentes humanos despulpados, portadores de rarefações ósseas periapicais. Na primeira sessão, após o preparo mecânico, foi tomada uma amostra bacteriológica do canal. Em seguida, 35 dentes receberam um curativo com hidróxido de cálcio (Calasept) que permaneceu por 4 semanas. Dos trinta dentes restantes, 15 foram medicados com PMCFC e 15 com FC, sendo que esses curativos permaneceram por 2 semanas. Na segunda sessão, os canais foram irrigados com solução salina e uma nova amostra bacteriológica foi tomada. Os dentes foram selados, sem a utilização de qualquer medicação. Na terceira sessão, realizada de 2 a 4 dias após, uma terceira amostra foi obtida. O cultivo (técnica anaeróbia) das três coletas bacteriológicas realizadas permitiu observar que haviam microrganismos em todos os canais radiculares na primeira sessão. Nos 35 canais tratados com hidróxido de cálcio, não houve crescimento bacteriano em nenhuma das amostras do segundo atendimento, ao passo que, com as da terceira sessão, foi observada a presença de bactérias, em número

relativamente pequeno, em um dos canais. Nos dentes com PMCFC e FC, com a segunda amostra foi detectada a presença de microrganismos em 10 dos 30 dentes tratados, havendo uma predominância de bactérias gram-positivas anaeróbias. Das amostras que resultaram em crescimento bacteriano positivo, os autores identificaram os microrganismos e testaram a eficácia do hidróxido de cálcio sobre as espécies encontradas. Observaram que, em contato com uma suspensão de hidróxido de cálcio, a maioria das cepas foi morta em menos de um minuto. O *Enterococcus faecalis* resistiu por mais tempo, sobrevivendo a um pH 11,5, mas não suportando um pH de 12,5. O tempo requerido para a destruição desse microrganismo foi superior a 6 minutos. Segundo a metodologia e os resultados obtidos, os autores concluíram que o hidróxido de cálcio é mais eficaz do que o PMCFC e o FC, na desinfecção do canal, e que, quando utilizado em condutos cuidadosamente instrumentados, é capaz de eliminar tão efetivamente os microrganismos, que o tratamento pode ser finalizado em apenas duas sessões.

No mesmo ano, SAFAVI et al. (1985) compararam a atividade antimicrobiana do hidróxido de cálcio e do iodo-iodeto de potássio a 2%, ao utilizá-los como curativo de demora em 1030 dentes humanos. Realizado o preparo mecânico, culturas bacteriológicas foram feitas, antes e após a utilização das referidas medicações. Os resultados obtidos com o cultivo das amostras evidenciaram menor número de culturas positivas quando o hidróxido de cálcio foi usado como curativo intracanal.

Em um estudo *in vitro*, QUACKENBUSH (1986) testou a ação do iodo-iodeto de potássio, do monoclorofenol e do hidróxido de cálcio sobre uma bactéria anaeróbia obrigatória (*Peptostreptococcus sp. indet.*) e uma anaeróbia facultativa (*Streptococcus sanguis*). O autor concluiu que o hidróxido de cálcio foi altamente efetivo contra os dois microrganismos, enquanto que o monoclorofenol e o iodo-iodeto de potássio não revelaram atividade antimicrobiana sobre os espécimes estudados.

HAAPASALO, ORSTAVIK (1987) desenvolveram um modelo experimental, a partir de dente de boi, com o propósito de avaliar a capacidade de agentes antimicrobianos na desinfecção de túbulos dentinários. Obtidas peças cilíndricas das raízes dos dentes bovinos, os autores providenciaram a contaminação dos túbulos com *Enterococcus faecalis*. Hidróxido de cálcio e PMCFC, na forma líquida, foram colocados no centro das peças cilíndricas, no espaço correspondente ao canal radicular. Para testar a forma gasosa do PMCFC, as peças e o líquido do PMCFC foram postos em um recipiente fechado, porém

sem tomarem contato entre si. Segundo a metodologia empregada, o PMCFC mostrou-se superior ao hidróxido de cálcio na destruição do microrganismo. Enquanto que o uso do PMCFC, na forma líquida e gasosa, promoveu a desinfecção dos espécimes em uma hora e 24 horas, respectivamente, o hidróxido de cálcio não foi capaz de promovê-la, mesmo depois de 10 dias de atuação.

SOUZA et al. (1989) realizaram uma avaliação clínico-radiográfica de 50 dentes portadores de lesões periapicais extensas, submetidos a tratamento endodôntico e medicados com pasta de hidróxido de cálcio. Na primeira sessão, os canais foram esvaziados e receberam um curativo de PMCFC associado a Furacin solução. Dois ou três dias após, foi realizado o preparo mecânico com sobreinstrumentação de um mm até o instrumento de calibre 25 ou 30. Com os demais instrumentos, o nível do preparo foi de um mm aquém do vértice radiográfico. Em um grupo de dentes, os canais foram sobreobturados com hidróxido de cálcio veiculado em água destilada e, em outro grupo, o pó foi associado ao PMCFC e glicerina. Depois de 14 dias, foram feitas trocas da medicação, procurando manter a pasta confinada ao canal radicular. Essas trocas foram efetuadas, posteriormente, após intervalos mínimos de 30 dias e máximos de 60 dias. À medida que detectaram, radiograficamente, o desaparecimento ou uma significativa diminuição da área radiolúcida, a pasta de hidróxido de cálcio foi removida e procederam à obturação definitiva do canal. Para todos os casos tratados, efetuaram um controle pós-operatório de, pelo menos, um ano. A análise pós-operatória permitiu observar que a obturação provisória com pasta de hidróxido de cálcio de canais radiculares de dentes portadores de lesões periapicais proporcionou o desaparecimento da área radiolúcida, após um período médio de 6 a 8 meses do início do tratamento. Somente em três dentes, o tratamento foi complementado com cirurgia, pois as lesões mostraram-se irreversíveis à terapia instituída. A comparação dos resultados obtidos em função da utilização das distintas pastas não permitiu aos autores detectar diferenças clínico-radiográficas entre os dois grupos.

Utilizando metodologia semelhante à empregada no trabalho de 1987, ORSTAVIK, HAAPASALO (1990) testaram o efeito de alguns irrigantes e de medicações intracanal com PMCFC e com hidróxido de cálcio (Calasept) sobre diversas espécies bacterianas, alojadas em túbulos dentinários de dentes de boi. Em relação ao curativo empregado, concluíram, novamente, que o PMCFC foi mais eficiente do que o hidróxido de cálcio em promover a desinfecção.

SAFAVI, SPANGBERG, LANGELAND (1990) compararam, *in vitro*, o efeito antimicrobiano do hidróxido de cálcio e do iodo-iodeto de potássio sobre túbulos dentinários de dentes humanos extraídos, infectados e/ou contaminados com *Streptococcus faecium*. Os achados dessa pesquisa demonstraram uma superioridade do iodo-iodeto de potássio, uma vez que essa medicação foi mais potente do que o hidróxido de cálcio na destruição do microrganismo testado, mesmo após um período de atuação de 24 horas.

Diante de amostras bacteriológicas tomadas de canais radiculares de dentes humanos, portadores de lesões periapicais, SJÖGREN et al. (1991) analisaram o efeito antibacteriano do hidróxido de cálcio, usado como curativo, por 10 minutos ou 7 dias. Quando utilizado por 10 minutos, o medicamento mostrou ser ineficaz na desinfecção. Por outro lado, as amostras tomadas dos canais que receberam o curativo por 7 dias não mostraram crescimento bacteriano. Os autores acreditam que a ineficácia da medicação, quando usada por 10 minutos, se deva à dificuldade do hidróxido de cálcio em atingir os microrganismos alojados dentro dos túbulos dentinários e que, somente com o passar do tempo, à medida que ocorre a difusão dos íons hidroxila, aumentando o pH da dentina, é que esses microrganismos podem ser destruídos.

Um estudo, *in vitro*, foi realizado por STUART et al. (1991), para comparar o efeito antibacteriano do hidróxido de cálcio, do formocresol e do PMCF, em dentes humanos extraídos. Efetuada a instrumentação, os canais foram contaminados com 4 diferentes microrganismos, relacionados com infecção pulpar. Depois da colocação das medicações e do selamento coronal, os dentes permaneceram em meio úmido a 37°C, por uma hora. O conteúdo dos canais foi analisado quanto ao número de células viáveis e comparado com o conteúdo de um controle que não recebeu qualquer medicamento. Os resultados demonstraram uma atividade superior do hidróxido de cálcio em relação aos outros dois medicamentos empregados.

Investigando o efeito do hidróxido de cálcio sobre o lipopolissacarídeo bacteriano (lipídeo A), SAFAVI, NICHOLS (1993) observaram que esse fármaco é capaz de hidrolisar essa endotoxina.

GEORGOPOULOU, KONTAKIOTIS, NAKOU (1993) pesquisaram o efeito do hidróxido de cálcio e do PMCF sobre bactérias anaeróbias, isoladas de canais radiculares infectados. Efetuado o cultivo e a identificação dos

microrganismos coletados, a ação antibacteriana dos medicamentos foi testada após períodos de 5, 15, 30 e 60 minutos. Os resultados evidenciaram que o hidróxido de cálcio apresentou uma ação significativamente mais efetiva do que o PMCF, depois de 5 e 15 minutos. Após os intervalos de 30 e 60 minutos, não houve diferenças significativas na eliminação das bactérias, frente à atuação dos dois medicamentos testados. Além disso, foi possível observar que o hidróxido de cálcio foi mais rápido e mais efetivo contra alguns microrganismos relacionados com sintomas clínicos, tais como *Bacteróides melaninogenicus* e *Porphyromonas gingivalis*. Recomendaram, portanto, a utilização dessa medicação nos casos de exacerbações e infecções persistentes.

SAFAVI, PERRY (1995) compararam, *in vitro*, as propriedades anti-sépticas do hidróxido de cálcio misturado com solução salina ou glicerina sobre o *Streptococcus faecium*. Concluíram que o uso de um veículo não aquoso pode impedir a eficácia desse medicamento como agente antimicrobiano.

Na mesma época, TROPE et al. (1995) estudaram o reparo de superfícies radiculares de dentes de cães, com reabsorção inflamatória experimentalmente induzida, frente ao tratamento a curto e a longo prazo com hidróxido de cálcio. Em um grupo de dentes, os canais foram preparados endodonticamente, receberam um curativo de hidróxido de cálcio e, depois de 7 dias, foram obturados. Em outro, o medicamento, renovado aos 7 dias, permaneceu por mais 12 semanas nos canais radiculares, quando foi realizado o sacrifício dos animais. A análise histológica evidenciou que o tratamento, a longo prazo, com hidróxido de cálcio foi mais efetivo para tratar a reabsorção inflamatória do que seu uso por 7 dias. Os autores acreditam que nos casos de uma infecção estabelecida, de maior duração, em um dente traumatizado, o hidróxido de cálcio pode necessitar de mais tempo para exercer sua ação antimicrobiana contra os microrganismos alojados dentro dos túbulos dentinários.

Logo em seguida, KONTAKIOTIS, NAKOU, GEORGOPOULOU (1995) avaliaram, *in vitro*, a ação do hidróxido de cálcio sobre bactérias anaeróbias obrigatórias e facultativas, isoladas de canais radiculares de dentes humanos. Após o cultivo dos microrganismos isolados, uma placa de ágar-sangue, contendo as espécies bacterianas, e outra, contendo pasta de hidróxido de cálcio, foram colocadas em câmara de anaerobiose por 72 horas. O grupo-controle consistiu de uma placa ágar-sangue, com a mesma espécie e concentração de microrganismos, submetida, isoladamente, às mesmas condições de incubação. Decorridas as 72 horas, o número de bactérias foi contado e analisado estatisticamente. Os

resultados demonstraram que o grupo-controle apresentou um maior crescimento bacteriano, quando comparado com o grupo experimental. Frente a isso, os autores sugeriram que o hidróxido de cálcio tem a capacidade de absorver o dióxido de carbono do meio, inviabilizando ou interferindo na sobrevivência de microrganismos anaeróbios.

2.2 Ação dissolvente

Através de um trabalho *in vitro*, HASSELGREN, OLSSON, CVEK (1988) compararam o efeito do hidróxido de cálcio e do hipoclorito de sódio a 0,5%, na dissolução de tecido muscular necrótico de suíno. Segundo os autores, a ação dissolvente do hidróxido de cálcio é semelhante à do hipoclorito a 0,5%, porém menos intensa. A utilização prévia do hidróxido de cálcio é capaz de aumentar a capacidade dissolvente do hipoclorito.

Também em um estudo *in vitro*, ANDERSEN et al. (1992) confrontaram a capacidade dissolvente do hidróxido de cálcio (Calasept) e do hipoclorito de sódio a 2% sobre tecido pulpar de dentes humanos extraídos. As polpas foram removidas em bloco e seccionadas em pequenas porções de tamanhos iguais, pesando aproximadamente 0,0065g. Em seguida, os pedaços foram colocados em contato com as duas substâncias, sendo feitas pesagens após diversos intervalos. Apesar de exercer uma menor ação, quando comparado ao hipoclorito, o hidróxido de cálcio foi capaz de dissolver metade do peso inicial em 2 horas, e demorou uma semana para dissolver quase completamente o tecido restante. Acreditam, diante dos resultados obtidos, que o uso combinado de irrigação com hipoclorito de sódio e medicação intracanal com hidróxido de cálcio tem um grande potencial para remover o tecido pulpar autolisado.

Por último, WAKABAYASHI et al. (1995) avaliaram a capacidade dissolvente do hidróxido de cálcio sobre o tecido pulpar remanescente nas paredes do canal radicular. Raízes de dentes humanos foram partidas longitudinalmente e, após a remoção do tecido pulpar, as metades de raízes foram divididas em três grupos. No grupo 1, nenhum procedimento foi executado, servindo como controle. No grupo 2, as metades de raízes foram estocadas por 7 dias em hidróxido de cálcio, veiculado em solução salina. No terceiro grupo, a estocagem foi feita por 4 semanas, trocando a pasta de 7 em 7 dias. Decorrido esse período, as peças foram preparadas para análise em microscopia de varredura. No grupo-controle, as áreas examinadas, na maioria das vezes, apresentaram uma camada de células tipo

odontoblasto, restos de tecido pulpar, assim como pequenas áreas expostas de pré-dentina. No grupo 2, a camada de células estava ausente; contudo, foi possível observar processos odontoblásticos nas entradas dos túbulos dentinários. No grupo 3, esses processos não foram observados e a pré-dentina, assim como no grupo 2, estava praticamente intacta. Os resultados evidenciaram que o hidróxido de cálcio tem poder dissolvente sobre a camada de odontoblastos, mas apresenta pouco efeito sobre a pré-dentina. Os autores sugerem que a limitação da medicação em dissolver todo o tecido orgânico possa ser explicada pela sua baixa solubilidade. Uma pequena quantidade de íons hidroxila se dissocia e, à medida que a pasta dissolve o tecido orgânico, vai ocorrendo um acúmulo de substâncias sobre a parede do canal, evitando a transferência de novos íons e, conseqüentemente, afetando a capacidade dissolvente do hidróxido de cálcio.

2.3 Difusão de íons hidroxila e/ou cálcio

A ação do hidróxido de cálcio se deve à dissociação de seus componentes em meio aquoso (Ca^{2+} e OH^-). Sua propriedade anti-séptica decorre da difusão dos íons hidroxila através da dentina. Em vista disso, inúmeras pesquisas foram executadas, ao longo do tempo, com o objetivo de estudar a ocorrência desse fenômeno. Em alguns desses trabalhos, a difusão de íons hidroxila e cálcio foi avaliada em função da utilização de diferentes veículos, com o objetivo de estudar o efeito sobre esse mecanismo. Apesar de terem sido usadas distintas metodologias, com diferentes produtos, empregando dentina coronal ou radicular, essas pesquisas foram agrupadas e serão abordadas em conjunto, seguindo uma ordem cronológica.

O primeiro trabalho experimental que demonstrou a difusão dos íons hidroxila através da dentina radicular foi desenvolvido por TRONSTAD et al. (1981). Hidróxido de cálcio veiculado em solução de Ringer foi introduzido nos canais radiculares de incisivos de macacos. Após 4 semanas, os animais foram sacrificados e os dentes submetidos a um processamento especial de congelamento, sendo, depois, seccionados transversalmente. As alterações de pH do canal radicular, em 4 zonas da dentina, da superfície radicular e do ligamento periodontal, foram registradas através de soluções indicadoras de pH (método colorimétrico). Dentes que não receberam a medicação mostraram um pH variando entre 6,0 a 7,4 em todos os pontos avaliados, enquanto que, nos dentes tratados, essa variação ficou em torno de 8,0 a 11,1, na dentina circumpulpar, e de 7,4 a 9,6, na dentina mais externa. O pH da superfície radicular mostrou-se alterado somente nas áreas desprovidas de cimento. As alterações de pH, observadas nas

diferentes zonas da dentina e na superfície radicular, quando da ausência de cimento, claramente evidenciaram a capacidade de difusão do hidróxido de cálcio.

ANTHONY, GORDON, DEL RIO (1982) investigaram a influência de diferentes veículos sobre o pH da pasta de hidróxido de cálcio. Depois do preparo mecânico do canal de 20 dentes humanos extraídos, 5 permaneceram vazios e os outros 15 foram medicados com hidróxido de cálcio, misturado com cresatina, PMCFC ou solução salina. O acesso coronal foi selado com amálgama e toda a superfície radicular foi impermeabilizada com esmalte para unhas, exceto a nível de forame apical. Em seguida, os dentes foram colocados em frascos individuais, preenchidos com 20 ml de solução salina. Usando um pH-metro, foram obtidas leituras de pH das soluções após 6, 24, 48 e 72 horas, 7 e 14 dias. Em outra etapa, volumes iguais de hidróxido de cálcio, com cada um dos veículos, foram diretamente colocados em 20 ml de solução salina e as medidas de pH foram tomadas nos mesmos intervalos citados anteriormente. Os resultados demonstraram que as misturas de hidróxido de cálcio com solução salina ou PMCFC resultaram em medidas de pH muito similares entre si e maiores do que as obtidas com cresatina.

Ainda em 1982, HASSELGREN, KERKES, NELLESTAM (1982), após realizarem cavidades experimentais na dentina coronal de dente de macaco, avaliaram, em diferentes períodos, as alterações de pH ocorridas na dentina, em função do tratamento com hidróxido de cálcio. Depois do sacrifício do animal, os dentes foram removidos, congelados e seccionados longitudinalmente, com direção vestibulo-lingual. Soluções indicadoras de pH foram aplicadas sobre determinados pontos dos espécimes obtidos, que foram, posteriormente, analisados em microscopia ótica de luz transmitida. Os indicadores mostraram um pH de 6,4 a 7,4 nos tecidos dentais e membrana periodontal de dentes não tratados. Após um e 3 dias, o pH na dentina coberta com hidróxido de cálcio variou de 11,4 a 12,2. Aos sete dias, essa mesma variação foi observada na dentina próxima à cavidade tratada, ao passo que na dentina mais interna, próxima à polpa, a variação foi de 7,4 a 8,0. Os autores acreditam que a diminuição de pH na dentina mais interna, aos sete dias, se deva a maior dificuldade de difusão do hidróxido de cálcio, devido à deposição de tecido mineral, por parte da polpa, numa tentativa de se defender da ação alcalina do hidróxido de cálcio.

STAMOS, HAASCH, GERSTEIN (1985) compararam o pH de soluções saturadas de hidróxido de cálcio, empregando solução anestésica ou solução salina como veículos. Concluíram que, apesar da natureza ácida do anestésico, a pequena

concentração de íons hidrogênio não é suficiente para provocar qualquer diferença apreciável no pH da solução.

Dois anos mais tarde, KEHOE (1987) determinou, em dentes previamente obturados e submetidos à ação de um agente clareador, colocado na câmara pulpar, que os valores de pH do cimento e da dentina cervicais, medidos com pH-metro e papéis indicadores, se tornaram mais baixos em relação aos registrados antes da colocação do medicamento clareador. O uso do hidróxido de cálcio, por dois dias, causou um aumento significativo nos valores de pH. Baseado nos seus resultados, sugeriu que a alcalinização promovida pela ação desse fármaco cria um ambiente desfavorável à atividade osteoclástica, podendo reverter qualquer desmineralização ou dano ao tecido duro, causado pelo agente clareador. Observou que a presença de cimento reduziu, mas não foi capaz de eliminar as mudanças de pH. Com relação ao instrumento de medida, o autor observou que o uso do pH-metro permitiu a obtenção de medidas mais precisas, com menos variações do que o emprego dos papéis indicadores.

No ano seguinte, WANG, HUME (1988) checaram a difusão de íons hidroxila a partir de hidróxido de cálcio colocado na superfície dentinária de uma cavidade oclusal, até a câmara pulpar, preenchida com solução salina. Usando um pH-metro, observaram que, aos 16 dias, o gradiente de pH diminuía em direção à câmara pulpar, indicando um lento movimento dos íons hidroxila através da dentina. Postulam que os íons hidroxila podem interagir com os componentes da dentina, sendo neutralizados ou removidos do ambiente local por tamponamento uma vez que, de acordo com a metodologia empregada, tanto a hidroxiapatita como o pó de dentina foram tampões efetivos para os íons hidroxila.

STAEHLE, PIOCH, HOPPE (1989) analisaram, *in vitro*, vários compostos à base de hidróxido de cálcio, quanto à liberação de íons hidroxila e cálcio e ao efeito alcalinizante sobre discos de dentina, confeccionados a partir de dentes humanos. Além disso, os autores testaram a ação antimicrobiana desses compostos diante da inibição de crescimento do *Streptococcus mutans*. Maior liberação de íons hidroxila e cálcio e atividade bactericida foi percebida com o hidróxido de cálcio veiculado em água (Pulpdent) do que quando misturado a veículo oleoso (Gangraena Merz). Em relação ao efeito alcalinizante, as duas pastas exerceram efeito similar.

Logo depois, WU et al. (1989) avaliaram o efeito da remoção do *smear layer* sobre a difusão do hidróxido de cálcio através da dentina radicular. Preparo mecânico convencional foi realizado, após seccionar a coroa anatômica e os 3 mm apicais de 60 dentes humanos extraídos. Divididos em 5 grupos, defeitos de reabsorção foram simulados no terço médio dos dentes de 4 grupos. Usando ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) a 15% e hipoclorito de sódio a 5,25%, o *smear layer* foi removido de todos os defeitos simulados e dos canais dos dentes de dois grupos experimentais. Hidróxido de cálcio ou solução bacteriostática de cloreto de sódio a 0,9% foram utilizados para preencher os canais dos grupos experimentais e controle, com e sem *smear layer*. Depois do selamento da abertura cervical e apical, toda a superfície radicular dos espécimes foi coberta com cera, exceto os defeitos criados. Em seguida, foram postos em frascos contendo soro fisiológico e mantidos a 37° C. As mudanças de pH da superfície radicular foram medidas a cada 24 horas nas duas primeiras semanas e ao final da terceira semana. Os dados, analisados estatisticamente, permitiram observar que, independente da presença do *smear layer*, o pH da superfície radicular se mostrou alcalino após o quarto dia.

Em contrapartida, FUSS, SZAJKIS, TAGGER (1989) observaram, em um estudo *in vitro*, que o hidróxido de cálcio não é capaz de se difundir pelos túbulos dentinários e alterar o pH da dentina da superfície radicular. Os autores usaram 30 dentes jovens, extraídos de humanos. Depois de esvaziar e ampliar a luz dos canais, a superfície cervical externa foi alisada com broca esférica e, juntamente com a dentina interna, foi tratada com ácido em forma de gel. Em um grupo de dentes, os canais foram preenchidos com hidróxido de cálcio, veiculado em água destilada; em outro, foram preenchidos com uma pasta clareadora (perborato de sódio misturado ao peróxido de hidrogênio); e, num terceiro grupo, foi colocada uma bolinha de algodão seca. O acesso coronal, o forame apical e toda a superfície radicular externa, exceto o terço cervical, foram selados com material isolante. Cada dente foi posto em frasco individual, contendo 40 ml de água destilada tamponada (pH 7,0). Através de um pH-metro digital, os valores de pH da água foram medidos, depois de uma hora e de 3 dias. A água foi trocada e nova leitura de pH foi realizada após 10 dias. Em seguida, o selamento coronal foi removido e os dentes foram postos em novos frascos com água destilada e uma última medida foi registrada. Após uma hora, 3 e 10 dias, as medidas de pH da água destilada dos dentes que continham hidróxido de cálcio não diferiram da medida inicial da solução (pH 7,0). No entanto, depois de remover o selamento desses dentes, o valor registrado foi de 10,5, demonstrando que ainda havia medicação no canal. De acordo com a metodologia e com os resultados obtidos, os autores não acreditam na difusão do hidróxido de cálcio através da dentina e, conseqüentemente, na sua capacidade de alterar o pH dos tecidos periodontais adjacentes às áreas de reabsorção.

FOSTER, KULILD, WELLER (1993) avaliaram a difusão de íons hidroxila e cálcio através da dentina radicular, em função da presença ou ausência da lama dentinária. Quarenta dentes humanos, unirradiculados, foram seccionados transversalmente na junção cimento-esmalte e instrumentados com limas KFlex até o calibre 50. O preparo foi complementado com o uso de brocas de Gates-Glidden. Cada raiz foi colocada em um frasco, contendo 10 ml de solução salina, e os valores de pH e de concentração de cálcio foram registrados após 24 horas. Na seqüência, os canais foram secos e divididos em 4 grupos experimentais. No Grupo 1, receberam uma irrigação final com 20 ml de solução salina. No Grupo 2, foram irrigados com 10 ml de EDTA, seguidos de 10 ml de hipoclorito de sódio a 5,25%. O Grupo 3 recebeu o mesmo tratamento do grupo 2 e, depois de secos, foram preenchidos com hidróxido de cálcio veiculado em solução salina. No Grupo 4, a mesma pasta de hidróxido de cálcio foi colocada nos canais, após a irrigação com hipoclorito de sódio a 5,25%. Depois de selar o acesso aos canais com Cavit, os autores cobriram as porções cervical e apical com cera-utilidade aquecida. As superfícies externas foram lavadas com água destilada deionizada por 30 segundos e as raízes foram devolvidas aos seus frascos. Os valores de pH e de concentração de cálcio foram registrados após um, 3, 5 e 7 dias. Depois do sétimo dia, uma cavidade experimental, simulando defeito de reabsorção, foi feita no terço cervical de cada raiz. EDTA foi aplicado sobre a cavidade por 30 segundos, seguido de uma lavagem com água deionizada. Os espécimes foram devolvidos aos seus frascos e novamente os valores de pH e cálcio foram aferidos no primeiro, terceiro e sétimo dias. A análise dos resultados permitiu observar que, nos grupos 3 e 4, as leituras de pH e de concentração de cálcio foram significativamente mais elevadas do que as registradas nos grupos 1 e 2, em todos os períodos. O Grupo 3 mostrou um maior valor de pH e de cálcio do que o Grupo 4 em algumas, mas não em todas as leituras. As cavidades preparadas no terço cervical não proporcionaram aumento acentuado na difusão dos íons. Segundo a metodologia realizada, os autores concluíram que a remoção da lama dentinária facilitou a difusão dos íons através dos túbulos dentinários para a superfície externa da raiz e que a presença de cimento não constituiu obstáculo à difusão.

No mesmo ano, NERWICH, FIGDOR, MESSER (1993) investigaram, em dentes humanos extraídos, as mudanças de pH ocorridas em diferentes pontos da dentina e da superfície radicular, após a colocação intracanal de hidróxido de cálcio. Efetuado o preparo mecânico, uma irrigação final com EDTA e hipoclorito foi realizada para remover a lama dentinária. Com brocas montadas em alta rotação, uma cavidade foi executada nos terços cervical e apical das raízes. Da mesma forma, uma cavidade, mais rasa, também foi produzida nos dois terços da superfície radicular do lado oposto. Depois de remover o *smear layer* das cavidades com EDTA, os canais dos 10 dentes do grupo experimental foram

preenchidos com uma pasta de hidróxido de cálcio (Calasept). Dois dentes (Grupo controle) foram preenchidos com solução salina. Realizado o selamento coronário com Cavit, o pH da dentina próxima (cavidade profunda) e distante (cavidade mais rasa) do canal radicular, bem como o pH da superfície externa da raiz, com o cimento intacto, foi medido imediatamente e a vários intervalos após a introdução da medicação. Durante as 4 semanas do período experimental, cada dente foi mantido, a 37°C, em 100 ml de solução salina isotônica não tamponada. Para as medições, os dentes foram removidos da solução salina, lavados em água destilada e, depois de secar as cavidades experimentais, o pH de 2 µl de água destilada, depositado sobre cada cavidade, foi medido através de microeletrodo. De posse das leituras de pH nos diversos períodos e diferentes localizações, os autores observaram uma diferença significativa entre o grupo-controle, preenchido com solução salina, e o grupo experimental, preenchido com hidróxido de cálcio. Uma diferença, também significativa, foi percebida nas leituras de pH em função da profundidade e localização das cavidades. A maior difusão de íons hidroxila, com o conseqüente aumento de pH, se deu mais rapidamente nas cavidades experimentais do terço cervical, evidenciando que a dentina, a esse nível, é mais permeável do que a nível apical. Em questão de horas, houve uma modificação no pH da dentina da cavidade mais profunda, mas foram necessários de um a 7 dias para que houvessem mudanças no pH da dentina da cavidade mais rasa. O pH mais elevado das cavidades mais rasas, tanto a nível cervical como apical, só foi observado depois de 2 a 3 semanas. Segundo esses investigadores, os resultados sugerem que a permeabilidade e a capacidade tampão da dentina são fatores-chave que afetam a difusão dos íons hidroxila. As medidas de pH da superfície radicular não diferiram significativamente das obtidas com os dentes-controle, levando-os a concluir que a presença do cimento constitui um obstáculo á difusão desses íons.

Posteriormente, DEARDORF et al. (1994) estudaram a difusão de íons cálcio, através da dentina radicular, frente a diferentes procedimentos realizados no interior do canal. Depois de remover o cimento, as coroas de 63 dentes humanos unirradiculados foram amputadas e os canais preparados endodonticamente. As aberturas apical e cervical dos canais foram seladas com um sistema adesivo. O *smear layer*, criado durante a remoção do cimento, foi removido com solução de ácido cítrico 50%. As raízes foram lavadas em água deionizada por um minuto, estocadas em água não deionizada e, na seqüência, foram postas em frascos individuais contendo 2 ml de água destilada. Após 7 dias, a concentração de íons cálcio foi registrada através de um espectrômetro de absorção atômica. Depois disso, uma pasta aquosa de hidróxido de cálcio foi introduzida nos canais; realizado o selamento coronário como anteriormente, os espécimes foram repostos em seus frascos, contendo água destilada e armazenados por mais 7 dias, quando, então, a água foi coletada para a segunda leitura de

concentração de cálcio. Em seguida, os canais foram novamente abertos, e a pasta de hidróxido de cálcio removida através da irrigação com 10 ml de água. As raízes foram submetidas a banho ultra-sônico, lavagem em água corrente por 3 dias e, após irrigar os canais com 10 ml de água deionizada, foram estocadas em água deionizada por 7 dias. Posteriormente, retirados os espécimes da água, secos interna e externamente, o acesso cervical foi novamente selado. Os espécimes foram estocados em 2 ml de água destilada por 7 dias, quando, então, foi coletada a água para a terceira leitura. Para a quarta leitura, os autores dividiram as raízes em 3 grupos: no Grupo A, realizaram a agitação ultra-sônica de solução de hipoclorito de sódio (5.25%), com o intuito de alterar a camada de *smear layer*; no Grupo B, empregaram irrigação manual com 10 ml de EDTA, seguida de 10 ml de hipoclorito de sódio (5.25%); no Grupo C, que serviu como controle, os espécimes foram irrigados com o hipoclorito de sódio, na mesma concentração, porém sem agitação ultra-sônica. Depois desses tratamentos, cada canal foi irrigado com 10 ml de água deionizada e novamente a pasta de hidróxido de cálcio foi introduzida nos canais. Realizado o selamento coronário, os espécimes foram estocados em água destilada por sete dias, após os quais, a quarta leitura de concentração de íons cálcio foi registrada. Diante de análise estatística, os autores observaram que: a introdução de hidróxido de cálcio no canal radicular aumentou consideravelmente a concentração de cálcio na água destilada; a concentração de cálcio na água destilada foi menor após a segunda aplicação do hidróxido de cálcio, quando comparada com a primeira; depois dos procedimentos para remover a pasta de hidróxido de cálcio do canal, permaneceram resíduos da medicação que continuaram a afetar a dentina e seu ambiente; a remoção do *smear layer* não aumentou a taxa de difusão dos íons cálcio. Os autores sugerem que a menor quantidade de íons cálcio, depois da segunda aplicação da pasta, quando comparada com a primeira, se deve à precipitação de um composto de fosfato de cálcio nos túbulos dentinários.

ESTRELA et al. (1995b), fazendo uso de método colorimétrico, analisaram, em atmosfera de nitrogênio inerte, a difusão de íons hidroxila de hidróxido de cálcio, associado a diferentes veículos, através do ápice radicular, com e sem cimento. Quando foi usada a solução salina ou a solução anestésica, esses investigadores perceberam variações de pH na superfície radicular, depois de 30 dias, passando de um valor inicial de 6,0-7,0 para 7,0-8,0. Quando foi usado o polietileno glicol 400, essa variação ocorreu somente aos 45 dias. Em todos os casos, após essas variações terem sido notadas, o pH se manteve inalterado até o fim do experimento (60 dias) e a presença ou a ausência do cimento não exerceu influência sobre os valores registrados.

Também em 1995, MCKENZIE et al. (1995) estudaram, *in vitro*, as alterações de pH que ocorrem com a difusão continuada dos íons hidroxila através de discos de dentina. Depois de confeccionar os discos, utilizando a coroa de dentes humanos extraídos, os valores de condutância hidráulica foram determinados para cada um, antes e após o experimento de difusão, com o propósito de verificar a integridade e permeabilidade dos discos. A difusão dos íons foi monitorada através de um microeletrodo. De acordo com os resultados, os autores sugeriram que a baixa difusão inicial dos íons hidroxila pode ter sido provocada pelas interações com os componentes da dentina; mas esse efeito diminuiu com o tempo, permitindo que a difusão dos íons aumentasse.

Ainda, STAEHLE et al. (1995) desenvolveram um trabalho experimental, em dentes extraídos, com o objetivo de avaliar se existem diferenças na alcalinidade dentinária, produzida por distintas preparações à base de hidróxido de cálcio e se a remoção do *smear layer* favorece a ocorrência dessa alcalinidade. Para checar a alcalinidade, um corante especial foi utilizado, em vários pontos da dentina cervical e apical, próximos e distantes do canal, a fim de observar a frequência de reações positivas. A maior proporção de resultados positivos ao teste de alcalinidade foi observada nos dentes que foram medicados com uma suspensão aquosa de hidróxido de cálcio (Pulpdent). Nos espécimes em que a lama dentinária foi removida, houve alcalinização tanto nos pontos próximos como nos distantes do canal.

Fazendo uso de pH-metro digital e de um analisador de íons, SIMON, BHAT, FRANCIS (1995) compararam, *in vitro*, a difusão de íons hidroxila e cálcio, através da dentina radicular e cimento, provenientes de hidróxido de cálcio, misturado com solução salina, água destilada, PMCFE e propileno glicol. Removida a coroa de 40 pré-molares humanos e depois do preparo mecânico, as raízes foram armazenadas, em recipientes individuais, preenchidos com 10 ml de solução salina. Em seguida, para controle, foi determinado o pH e o teor de cálcio das soluções salinas. Todos os canais foram irrigados com EDTA e hipoclorito, secos e preenchidos com as diferentes associações. Após o selamento do acesso aos canais, os terços cervical e apical foram isolados com cera. As raízes foram lavadas com água deionizada e devolvidas aos seus recipientes. As medidas de pH e de concentração de cálcio foram novamente aferidas após um, 3, 5, 7, 14, 21 e 30 dias. A análise comparativa das medidas de pH, obtidas a partir das diferentes associações, levou os autores a concluir que as pastas veiculadas em água destilada e PMCFE exibiram comportamentos semelhantes, permitindo uma difusão maior e mais rápida de íons hidroxila. Em relação à concentração de íons cálcio nas soluções, os maiores valores foram encontrados nos casos em que o veículo

utilizado foi a água destilada, seguido pelo propileno glicol. Finalmente, esses investigadores concluíram, em razão da metodologia empregada, que o cimento não constitui barreira intransponível para a difusão desses íons, e que, em virtude das diferenças encontradas nos diversos grupos, o veículo usado para a manipulação da pasta de hidróxido de cálcio exerce influência significativa na quantidade de íons liberados.

ESBERARD, CARNES JR., DEL RIO (1996) estudaram as mudanças de pH na superfície radicular de dentes, cujos canais foram preenchidos com hidróxido de cálcio associado a diversos veículos. Quarenta dentes humanos unirradiculados, extraídos, foram preparados endodonticamente, irrigados com EDTA e hipoclorito e, ao final, com água destilada. Cavidades experimentais, padronizadas, foram feitas nos terços cervical, médio e apical da face vestibular das raízes. Após selar os ápices com Cavit, os dentes foram divididos em 3 grupos experimentais, conforme o tipo de medicação utilizada: hidróxido de cálcio veiculado em água (Grupo 1), em PMCFC (Grupo 2), e numa base de metilcelulose (Grupo 3). Um quarto grupo não recebeu medicação. Efetuado o selamento do acesso aos canais, os dentes foram colocados em frascos individuais, contendo solução salina não tamponada e estocados a 4°C. Depois de vários intervalos (de 3 a 120 dias), o pH de 2 µl de água destilada, depositado e deixado por 10 minutos sobre cada cavidade, foi aferido através de um microeletrodo. Em seguida às medidas, os dentes foram recolocados em seus respectivos frascos. Avaliando o pH registrado durante o período experimental, os autores observaram que, nas cavidades do terço cervical, as medidas obtidas a partir dos 3 grupos experimentais foram muito similares, sendo que a mistura com PMCFC, resultou em maiores valores para qualquer período avaliado. Até o final do experimento, o pH das cavidades cervicais permaneceu próximo de 10,00. Nas cavidades do terço médio, os resultados foram muito semelhantes aos observados no terço cervical. Já nas cavidades do terço apical, os resultados diferiram um pouco, sendo que o grupo 1 resultou em valores de pH mais elevados até o 28º dia. Aos 40 dias, os valores de pH do grupo 2 ficaram muito próximos dos do grupo 1, permanecendo assim, até o fim do experimento. Através desse estudo, os autores confirmaram: a capacidade dos íons hidroxila se difundirem pelos túbulos dentinários; que a difusão sofre a influência do veículo utilizado para fazer a pasta; que durante longo período houve a manutenção de altos níveis de pH, sem que fosse feita a reposição da pasta.

Por último, GOMES et al. (1996), utilizando caninos humanos extraídos, avaliaram a capacidade de íons cálcio se difundirem através da estrutura radicular. Feito o preparo mecânico e a remoção do *smear layer*, os canais foram secos e,

depois de fechar o acesso coronário com uma bolinha de algodão e Cavit, as porções apical e coronária foram seladas com Ultra-Fast Araldite. Os dentes foram colocados em frascos individuais, contendo 700 ml de água deionizada tri-destilada e mantidos à temperatura de 37° C, por aproximadamente 105 dias (2.528 horas). Durante esse período, empregando um espectrômetro de absorção atômica, foram realizadas várias medidas da quantidade de cálcio, em ppm, na água dos recipientes. Essas medidas foram feitas em 3 fases distintas, denominadas de dissolução, dissolução e difusão I e dissolução e difusão II. Na primeira fase, que compreendeu um período aproximado de 50 dias (1184 horas), os canais foram deixados vazios para estabilizar a perda de cálcio da estrutura dentária e, durante esse tempo, 15 leituras foram tomadas de cada solução a diversos intervalos. Na segunda fase do experimento (dissolução e difusão I), os canais foram preenchidos com pasta de hidróxido de cálcio veiculado em solução salina e receberam, novamente, o mesmo selamento realizado anteriormente. Um dente foi totalmente recoberto com Araldite para checar a efetividade de esse adesivo evitar a difusão do cálcio. Os dentes foram repostos e mantidos em seus frascos por 30 dias (720 horas), durante os quais, 6 medidas da quantidade de cálcio nas soluções de cada frasco foram realizadas. Para a terceira fase (dissolução e difusão II), os dentes foram divididos em 3 grupos: no Grupo 1, um dente continuou com a mesma pasta que havia sido colocada no canal; no Grupo 2, 10 µl de solução salina foram injetados no interior do canal e misturados, através de um instrumento endodôntico, com a pasta já existente, promovendo uma diluição da mesma; no Grupo 3, a pasta foi totalmente removida e uma nova mistura de hidróxido de cálcio foi inserida no canal. Todos os dentes foram novamente selados, como anteriormente, lavados em água deionizada tri-destilada e repostos em seus frascos, contendo a mesma solução previamente empregada. Durante 21 dias (504 horas), foram realizadas 7 leituras da quantidade de cálcio em cada solução. Ao analisarem as leituras de concentração de cálcio, durante as 3 fases do experimento, os autores concluíram que: a estrutura dentária tende a perder cálcio quando imersa em meio aquoso; íons cálcio, provenientes de pastas de hidróxido de cálcio no interior do canal, difundem-se através da estrutura radicular e alcançam a superfície externa do dente; a utilização do Ultra-Fast Araldite interrompe a difusão dos íons cálcio; a renovação da pasta de hidróxido de cálcio permite que haja maior difusão dos íons cálcio para o meio aquoso do que a simples diluição da pasta; a difusão de cálcio tende a se estabilizar aproximadamente 16 dias depois da introdução do hidróxido de cálcio no interior do canal radicular. Diante dessas conclusões, esses investigadores sugerem que seja feita a renovação da pasta para que a difusão e conseqüente concentração de cálcio na superfície externa do dente seja mantida elevada.

2.4 Mecanismo de ação

O hidróxido de cálcio é uma base forte, obtida pela calcinação do carbonato de cálcio, com pH alcalino em torno de 12,4. A uma temperatura de 25°C, obtém-se a solubilização de 1,2 gramas de pó em um litro de água. Na presença do dióxido de carbono, o hidróxido de cálcio, por meio de uma reação química, se transforma em carbonato de cálcio. Essa substância é destituída da capacidade mineralizadora e antibacteriana, presentes no hidróxido de cálcio. A transformação do produto é denominada carbonatação (ESTRELA et al., 1995a).

Provavelmente, há muito que se descobrir a respeito da exata ação desse curativo, quando utilizado em dentes despulpados. As pesquisas desenvolvidas até o momento têm demonstrado que essa ação está baseada na alcalinidade dentinária promovida por esse fármaco, como resultado da liberação de íons hidroxila e sua difusão através do sistema de canais radiculares. À medida que ocorre a difusão, a conseqüente alcalinização da estrutura dental inviabiliza a sobrevivência da maioria das espécies bacterianas envolvidas com a gênese das lesões periapicais. Geralmente os microrganismos não sobrevivem a um pH de 9,5, e somente raras espécies conseguem suportar um pH igual ou maior do que 11 (HUGO, 1971, apud HEITHERSAY, 1975).

Além do efeito direto do pH sobre os microrganismos, existem outras teorias que tentam explicar ou compreender, na sua totalidade, o real mecanismo do hidróxido de cálcio, quando empregado para esse propósito.

Segundo HEITHERSAY (1975), como o processo inflamatório envolve uma reação ácida, o hidróxido de cálcio colocado no canal, ao promover a alcalinização, pode atuar como um tampão local e favorecer o reparo ósseo. Acredita que os íons cálcio também possam desempenhar um papel importante, quando esse medicamento é usado em dentes despulpados com patologia associada. Esses íons podem afetar a formação de tecido ósseo ao exercerem ação sobre a massa de novos capilares, encontrados no tecido de granulação dos ápices desses dentes. A alta concentração de cálcio, diminuindo a permeabilidade dos novos capilares, reduz a quantidade de líquido plasmático extravasado, favorecendo a calcificação do tecido envolvido. Além disso, os íons cálcio podem estar relacionados com as reações enzimáticas para a síntese de colágeno. A pirofosfatase, por exemplo, está envolvida no processo de formação de energia e é uma enzima cálcio-dependente. Se a presença de alta concentração de íons cálcio aumenta a ação da pirofosfatase, pode haver uma maior utilização de energia e, assim, o favorecimento dos mecanismos de defesa e reparo.

Com a realização do trabalho experimental de 1981, no qual ficou constatada a capacidade de difusão dos íons hidroxila através da dentina, TRONSTAD et al. (1981) enumeraram vários efeitos benéficos decorrentes do uso do hidróxido de cálcio, principalmente no tratamento de dentes despolpados associados à reabsorção inflamatória. A reabsorção de tecido duro ocorre em meio ácido ou tecidual. Em pH ácido, as hidrolases ácidas, ativas, promovem a desmineralização do componente mineral do tecido ósseo. Com o uso do hidróxido de cálcio, ocorre a alcalinização de toda a massa dentinária, modificando o pH do meio, tornando-o desfavorável para a atividade dessas enzimas. O aumento do pH também pode ativar a fosfatase alcalina, que é uma enzima envolvida na formação de tecido duro. Dessa forma, segundo os autores, a continuação do processo de reabsorção se tornaria impossível e o reparo iniciaria. Além disso, baseados em estudos de outros autores, sugeriram que a presença do íon cálcio é necessária para a atividade do sistema complemento na reação imunológica. A abundância de íons cálcio pode favorecer essa reação localmente e também pode ativar a adenosina trifosfatase cálcio-dependente, enzima associada à formação de tecido mineralizado. Outro efeito, ressaltado pelos pesquisadores, é a capacidade do hidróxido de cálcio de desnaturar proteínas dentro do canal, tornando-as atóxicas ou diminuindo o seu potencial irritante.

Através de uma revisão de literatura, ESTRELA et al. (1994) pesquisaram o efeito biológico do pH na atividade enzimática de bactérias anaeróbias. Para isso estudaram, entre outros fatores, a composição estrutural e biológica de bactérias Gram-negativas, efeito do pH na atividade enzimática dessas bactérias e as propriedades do hidróxido de cálcio, quando usado como medicação temporária. Baseados nessa pesquisa, levantaram a hipótese de uma inativação enzimática irreversível (definitiva), quando o pH se mantiver elevado por período prolongado, e uma inativação enzimática reversível (temporária), quando ocorrer um retorno ao pH ideal à ação enzimática. Segundo os autores, essa hipótese explicaria os casos em que ocorre retorno de uma reabsorção radicular externa, que se supunha controlada antes da realização da obturação definitiva do canal.

2.5 Trocas da medicação

TRONSTAD (1976) abordou a questão do que ocorre com o hidróxido de cálcio colocado dentro do canal radicular. Segundo ele, com o tempo, o medicamento pode ser convertido em carbonato de cálcio e, dessa forma, torna-se necessário fazer trocas da medicação para prevenir essa conversão e, conseqüentemente, a perda da efetividade do curativo.

Dez anos mais tarde, PASHLEY, KALATHOOR, BURNHAM (1986) analisaram, *in vitro*, os efeitos do hidróxido de cálcio sobre a permeabilidade dentinária. Discos de dentina, com espessura padronizada, foram confeccionados a partir da coroa de terceiros molares humanos. As superfícies da dentina, de ambos os lados, foram ácido-condicionadas e a permeabilidade dos discos foi determinada, em termos de condutância hidráulica, em um dispositivo especial, usando solução salina fosfato-tamponada. Em seguida, os autores executaram distintos procedimentos sobre a superfície dos discos, dentre eles, a aplicação de pasta de hidróxido de cálcio. Após cada tratamento, medidas de condutância hidráulica foram novamente aferidas, com o propósito de avaliar, através de comparações com as medidas iniciais, a influência desses procedimentos sobre a permeabilidade dos discos. A análise dos resultados permitiu aos autores concluir que o tratamento com hidróxido de cálcio promoveu grande redução na permeabilidade da dentina, dentro de 2 minutos. Mesmo após lavar a superfície dos discos com água, a redução da permeabilidade dentinária persistiu, sendo revertida somente pelo ataque ácido, uma vez que, depois de realizado o condicionamento, os valores de condutância hidráulica se equipararam aos iniciais. Diante de uma análise em microscopia eletrônica de varredura, observaram que a pasta produziu uma leve redução nas dimensões dos túbulos dentinários. Acreditam que a alta concentração de cálcio ionizado e o alto pH, associados à solução salina fosfato-tamponada, podem ter produzido agregados locais de fosfato de cálcio.

Fazendo uso de métodos químicos quantitativos, COHEN, LASFARGUES (1988) examinaram o grau de carbonatação do hidróxido de cálcio e determinaram as alterações do material causadas por sua condição de armazenamento, manipulação e estocagem antes do uso. Observaram que, durante as primeiras horas, a carbonatação de um pó seco de hidróxido de cálcio, mesmo quando mantido ao ar livre, foi insignificante; a manutenção do pó em um frasco bem fechado, periodicamente aberto por curtos períodos de tempo, não afetou sua pureza, sendo que, após vários meses, somente um a 2% do pó sofreu carbonatação; quando o frasco foi deixado aberto por um mês, a conversão em carbonato de cálcio ocorreu em 30% do pó, mas o pH e a liberação de íons cálcio permaneceram inalterados. Os autores concluíram que o uso da medicação em um canal seco, livre de umidade, e a execução de um correto selamento coronário, que mantenha o canal em um ambiente de anaerobiose, impedem que ocorra a carbonatação do produto.

SOUZA et al. (1989), de acordo com os resultados da pesquisa realizada em cães, narrada anteriormente, defendem que a renovação da pasta de hidróxido de

cálcio parece favorecer o reparo e é necessária, principalmente, quando o pó é veiculado em água destilada. Acreditam que os fluidos tissulares, atuando como tampão, acabam por neutralizar o pH alcalino desse fármaco. Somam a isso a observação feita em trabalho anterior (HOLLAND et al., 1980), quando perceberam o desaparecimento do hidróxido de cálcio do interior do canal.

No ano seguinte, PORKAEW et al. (1990) compararam a infiltração apical ocorrida após a obturação de canais, pré-medicados ou não com hidróxido de cálcio. Os resultados mostraram que a infiltração, tanto volumétrica como linear, foi menor no grupo de dentes que haviam recebido um curativo com hidróxido de cálcio. Sugeriram, diante dos achados, que uma das possibilidades é a medicação ter proporcionado uma leve redução nas dimensões dos túbulos, causando a diminuição da permeabilidade dentinária e, conseqüentemente, diminuindo a capacidade do corante penetrar através da dentina.

Recentemente, SOARES, MELO, FELIPPE (a ser publicado) desenvolveram uma pesquisa em dentes de cães, portadores de lesões periapicais, com o objetivo de avaliar a influência do tempo de permanência do curativo de hidróxido de cálcio no reparo dos tecidos. Após o preparo mecânico, um grupo de dentes recebeu a medicação por 7 dias e depois foi obturado definitivamente. Em outro, a medicação foi renovada aos 15 dias e permaneceu no canal por mais 15 dias. Depois disso, realizaram a obturação definitiva. Os achados histológicos permitiram observar que o uso do curativo, por 30 dias, propiciou melhores condições para o reparo do que quando o mesmo foi empregado por 7 dias. Além disso, os pesquisadores acreditam que a troca, realizada aos 15 dias, provavelmente criou condições microambientais mais favoráveis para a atuação do segundo curativo.

Frente à revisão de literatura acima descrita, é possível perceber que ainda existem dúvidas a respeito do exato mecanismo de ação do hidróxido de cálcio. Uma questão que permanece sem respostas é com respeito à necessidade de se realizarem trocas da medicação e, se trocas forem efetuadas, qual efeito exercerão sobre a dinâmica de difusão dos íons hidroxila e cálcio.

Diante dessas questões, a presente pesquisa teve por objetivo a proposição descrita a seguir.

3 PROPOSIÇÃO

3 PROPOSIÇÃO

Os objetivos do presente trabalho foram:

- 3.1 Avaliar o transporte, através da dentina radicular, de íons hidroxila e cálcio do hidróxido de cálcio veiculado em propileno glicol ou em água destilada;
- 3.2 Observar os efeitos das trocas desta medicação nesse transporte.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Seleção e preparo dos dentes

Para a realização desse experimento, foram utilizados 8 dentes hígidos de um cão da raça Beagle, com sete meses de idade, cedido pelo Biotério Central da Universidade Federal de Santa Catarina.

Feita a sedação, por via intra-muscular, com uma associação de Rompum* e Ketalar** (1:1), o cão foi anestesiado com solução de Thionembutal* a 5%, injetada endovenosamente, na dosagem de 0,2 ml por quilograma de peso. Durante todo o procedimento operatório, o animal recebeu, também endovenosamente, solução fisiológica** e complementação anestésica, quando necessário.

Em seguida à anestesia, os terceiros incisivos e caninos superiores e inferiores foram removidos por técnica terceira, procurando-se não causar lesão às raízes. Com o auxílio de uma lupa (2,5X), os dentes foram examinados quanto à integridade de suas raízes.

Para facilitar a identificação, à medida que iam sendo extraídos, os dentes foram colocados em frascos plásticos vazios e rotulados através de siglas.

Essas siglas, utilizadas daqui para diante, seguiram o seguinte critério: **C** ou **I**, para o canino ou incisivo, respectivamente; **S** ou **I**, quando se tratou do arco superior ou inferior, respectivamente; e **D** ou **E**, para identificar o hemiarco direito ou esquerdo, respectivamente.

Logo após a extração, a abertura coronária foi realizada pela face vestibular, com o auxílio de uma broca carbide esférica n° 2***, montada em alta rotação. A abertura foi complementada com o uso de uma ponta diamantada de ponta cega n° 3083***. Em seguida, procedeu-se ao esvaziamento do conduto até o limite da barreira cementária, utilizando-se extirpa-nervos e profusa irrigação com hipoclorito de sódio a 5%.

Os dentes foram preenchidos com solução de hipoclorito de sódio a 5% e colocados por 6 horas em recipientes individuais fechados, contendo essa solução. Decorrido este tempo, os canais foram lentamente irrigados com 10 ml de água deionizada e os dentes mantidos em seus frascos com água deionizada, por 24 horas.

Retirados da água e depois de secos com o uso de uma gaze, a superfície externa da raiz foi riscada com lápis grafite, com o objetivo de orientar a remoção da camada de cimento. Essa remoção foi feita com ponta diamantada n° 2067***,

* *ABBOT - Laboratórios do Brasil LTDA., São Paulo.*

** *ASTER - Produtos Médicos LTDA., São Paulo.*

*** *KG Sorensen - Brasil.*

montada em alta rotação, executando-se movimentos suaves sobre toda a superfície radicular, até que as marcas de grafite desaparecessem.

Em seguida, cada dente foi colocado em seu frasco individual, fechado, contendo solução de ácido etilenodiaminotetracético 15% m/v, agitado durante um minuto e deixado em repouso por 2 minutos. Este processo foi repetido por mais quatro vezes, totalizando 15 minutos de ação da solução sobre o dente.

Depois de irrigar os canais com 10 ml de água deionizada, os dentes permaneceram imersos em 10 ml da mesma substância, por 24 horas.

Manipulando-os com as mãos enluvadas, os espécimes foram removidos, um a um, dos recipientes plásticos; a superfície externa foi seca com gaze e o canal, com pontas de papel absorvente.

A porção radicular apical (aproximadamente 3 mm) foi recoberta com um adesivo de presa rápida *. Ocorrida a presa do adesivo, os dentes foram pesados em uma balança analítica (Mettler PE 160), encontrando-se os valores na TAB. 1.

Em seguida, os dentes foram divididos em quatro grupos e tratados conforme é descrito a seguir:

Grupo 1: canino superior direito e 3º incisivo inferior direito (CSD e IID) - os canais foram preenchidos, até o nível correspondente ao limite amelo-cementário, com uma pasta de hidróxido de cálcio** e propileno glicol***, na proporção de 612 mg de pó para 0,4 ml de líquido.

Grupo 2: canino inferior esquerdo e 3º incisivo inferior esquerdo (CIE e IIE) - os canais foram preenchidos com uma pasta de hidróxido de cálcio, veiculado em água destilada, na proporção de 352 mg de pó para 0,4 ml de líquido.

Grupo 3: canino superior esquerdo e 3º incisivo superior esquerdo (CSE e ISE) - os canais foram preenchidos com a mesma pasta empregada no grupo 1. Durante o experimento, foram feitas três trocas, uma a cada 4 semanas.

Grupo 4: canino inferior direito e 3º incisivo superior direito (CID e ISD) - os canais permaneceram vazios, constituindo o grupo-controle.

Depois dos canais dos dentes dos grupos 1, 2 e 3 terem sido preenchidos com a pasta, os pesos dos dentes foram novamente aferidos e encontram-se na TAB. 1. O cálculo da diferença entre os pesos inicial e final permitiu que se determinasse a quantidade de pasta inserida nos canais (TAB. 1).

* *Araldite - composto epoxi e polimercaptana (CIBA - GEIGY S.A. SUIÇA)*

** *Reagen - Quimibrás Indústrias Químicas S.A. - Rio de Janeiro - RJ*

*** *Quimidrol - Comércio, Indústria e Importação Ltda. Joinville - SC*

Colocada uma bolinha de algodão na entrada do conduto, inclusive nos espécimes do Grupo 4, uma restauração provisória com Cimpat (Septodont - França) foi efetuada. As restaurações foram recobertas com uma camada do mesmo adesivo usado no terço apical.

Após 30 minutos da presa do adesivo, os oito dentes foram lavados com água deionizada, colocados em novos frascos plásticos* contendo 10 ml de água deionizada**, com pH de 8,52, identificados de acordo com as siglas citadas anteriormente. Um nono frasco foi preenchido com 10 ml de água deionizada. Durante a fase de coleta das amostras, descrita mais adiante, todos os recipientes permaneceram à temperatura ambiente.

4.2 Coleta das amostras

Decorrido um período inicial de 24 horas, os 10 ml de água de cada um dos nove frascos foram transferidos para outros, também identificados, constituindo as amostras que foram analisadas quanto ao pH e à concentração de cálcio. Nova quantidade (10 ml) de água deionizada foi introduzida nos 8 recipientes que continham os dentes e no recipiente vazio.

Esse procedimento foi repetido todos os dias à mesma hora, durante a primeira semana; três vezes na segunda semana e, a partir da terceira até completar 127 dias, a coleta das amostras foi feita duas vezes por semana. Portanto, ao longo do experimento, foram feitas 43 medidas de pH e de concentração de cálcio das amostras colhidas, as quais permaneceram em contato com os dentes por intervalos de tempo variáveis de um a 4 dias.

4.3 Trocas da medicação

As trocas da pasta de hidróxido de cálcio dos canais dos dentes do Grupo 3 foram feitas no 29º, 57º e 85º dias, após coletar as amostras de água nos referidos dias. Para realizá-las, depois da remoção da camada de adesivo, do cimento provisório e da bolinha de algodão, os condutos radiculares foram fartamente irrigados com água deionizada. Para auxiliar na remoção da medicação, uma lima

** A partir desse momento, todos os recipientes plásticos utilizados receberam um tratamento prévio: após limpá-los com água e detergente, foram deixados em ácido nítrico 5% v/v por 24 horas e lavados com água deionizada pelo mesmo período de tempo.*

*** Obtida a partir de um deionizador (PERMUTION - Equipamentos e Produtos Químicos Ltda. Curitiba - PR)*

K #50 foi suavemente agitada no interior do conduto e a irrigação foi repetida até que não se percebesse mais a saída de resíduos do curativo. Após a secagem dos canais com pontas de papel absorvente e pesagem dos dentes (TAB. 2), introduziu-se nova quantidade de pasta, na mesma proporção pó/líquido utilizada inicialmente. Os dentes foram novamente pesados (TAB. 2), para assegurar que semelhante quantidade de pasta à utilizada no início do experimento fosse inserida no canal (TAB. 2). Grandes diferenças foram compensadas, removendo-se ou adicionando-se pasta ao canal radicular.

Colocada a bolinha de algodão na câmara, procedeu-se à restauração e colocação do adesivo, conforme descrito anteriormente. Trinta minutos após a presa do adesivo, os dentes foram lavados em água deionizada e postos em seus respectivos frascos plásticos, contendo 10 ml de água deionizada.

4.4 Obtenção das medidas de pH

Imediatamente após a coleta das amostras, a determinação do pH foi feita, através de um pH-metro (MICRONAL S.A. Modelo B-374) previamente calibrado com soluções padrões de pH 7,0 e 9,0.

As leituras de pH foram feitas 2 minutos após a imersão do eletrodo nas soluções e os valores obtidos, registrados em fichas apropriadas. Entre uma e outra leitura, o eletrodo foi lavado com água deionizada e seco com papel absorvente.

Determinado o pH, as amostras foram armazenadas em geladeira, para as posteriores medidas de concentração de cálcio.

4.5 Obtenção das medidas de concentração de íons cálcio

As medidas de concentração de íons cálcio, presentes nas amostras, foram feitas utilizando-se um espectrômetro de absorção atômica HITACHI, modelo Z - 8230 Polarized Zeeman, cujos parâmetros operacionais foram:

comprimento de onda: 422,7 nm;

chama ar-acetileno

fenda espectral: 1,3 nm;

corrente da lâmpada de cátodo oco da HITACHI: 7,5 mA;

altura do queimador: 7,5 mm

fluxo do acetileno: 1,9 l/min.

A solução estoque de 1000 µg/ml em cálcio foi obtida a partir do carbonato de cálcio de alta pureza (99,9%), da Carlo-Erba.

Curva analítica foi preparada no intervalo de 0 até 20 µg/ml ou de 0 até 60 µg/ml, dependendo da concentração da amostra.

No momento da leitura, as soluções apresentavam-se à temperatura ambiente. Os dados obtidos foram registrados em fichas apropriadas.

4.6 Cálculo da quantidade de hidróxido de cálcio extraído dos dentes

Levando-se em consideração a quantidade de pó de hidróxido de cálcio, bem como a quantidade e densidade dos veículos empregados para formar a pasta e, de acordo com a soma das massas de íons cálcio encontrados nas amostras de água em contato com os dentes, pôde-se calcular a quantidade de hidróxido de cálcio extraído ao longo do tempo. Para melhor entendimento, o cálculo descrito a seguir, como exemplo, emprega os valores reais da soma de massa de íons cálcio das amostras em contato com o CSD, obtidos após a leitura dos resultados:

Para preparar a pasta usada nesse dente, empregou-se 0,4 ml de propileno glicol e 612 mg de pó de hidróxido de cálcio. Levando-se em conta que a densidade do propileno é 1,040 g/ml, concluiu-se que foram usados 416 mg de propileno glicol e que a quantidade de pasta preparada foi de 1.028 mg. Em resumo:

$$0,4 \text{ ml} \times 1,040 \text{ g/ml} = 0,416 \text{ g} \times 1.000 \rightarrow 416 \text{ mg de propileno, então:}$$

$$612 \text{ mg de pó} + 416 \text{ mg de propileno} = 1.028 \text{ mg de pasta.}$$

Se em 1.028 mg de pasta havia 612 mg de pó, então nas 153 mg da pasta inserida no canal do CSD havia 91,08 mg.

O somatório da massa de cálcio nas amostras de água em contato com esse dente, ao fim do período experimental, foi de 9,96 mg de cálcio.

Considerando-se que o peso molecular do hidróxido de cálcio é 74,10 g/mol e que, desse peso, 40,08 g/átomo g correspondem ao átomo de cálcio, e sabendo-se a quantidade de cálcio encontrado nas amostras ao longo do período (calculado anteriormente), pôde-se chegar à quantidade de hidróxido de cálcio extraído durante os 127 dias:

$$\begin{array}{r} 74,10 \text{ ————— } 40,08 \\ X \text{ ————— } 9,96 \\ X = 18,41 \text{ mg de hidróxido de cálcio} \end{array}$$

Se o CSD recebeu, no início do experimento, 91,08 mg de hidróxido de cálcio e, conforme os cálculos acima, foram extraídos 18,41 mg, equivale dizer que para esse dente houve um consumo de 20,21% da pasta inserida no canal.

Esses cálculos foram realizados para todos os dentes dos grupos experimentais e, quando julgado apropriado, calculou-se a fração da pasta extraída até o período desejado. Nos incisivos dos grupos 1 e 2, por exemplo, calculou-se a quantidade de pasta extraída até o momento das quedas da concentração de cálcio. Nesses casos, o somatório da massa de cálcio nas amostras foi feito até o dia em que aconteceram os declínios acentuados dessas medidas.

Para os dentes do Grupo 2, onde foi empregada a água destilada como veículo, levou-se em consideração a quantidade de pó usada para manipular a pasta (352 mg) e que a densidade da água é $\cong 1$ g/ml.

Nos dentes do Grupo 3, a fração de hidróxido de cálcio extraído dos dentes foi determinada, levando-se em conta as diversas trocas efetuadas. Para esse cálculo, considerou-se a quantidade de pasta inserida no canal, para cada etapa, e o somatório das massas de cálcio nas amostras foi feito até o dia em que a pasta foi renovada.

4.7 Análise estatística

Ao longo dos 127 dias de observação, em datas previamente determinadas, foram efetuadas 43 medidas para cada um dos íons analisados.

A partir do software statgraf 5.0, os dados obtidos foram registrados em arquivo dbf, tabulados e analisados pelo teste t de Student pareado, com nível de significância $p < 0,05$. Foi também calculado o coeficiente de correlação entre as medidas de pH e a quantidade de cálcio liberado por dente.

Para facilitar a comparação do transporte iônico, ocorrido ao longo do período experimental, a partir dos dados obtidos e utilizando o programa Origin, foram construídos gráficos, os quais ilustram as medidas de pH e de concentração de cálcio. Daqui por diante, a referência a esses gráficos será denominada de análise gráfica do fenômeno.

TABELA 1 - Peso inicial e final dos dentes e quantidade de pasta inserida nos canais dos dentes dos grupos 1, 2 e 3 no início do experimento (em mg).

| GRUPO | DENTE | INICIAL | FINAL | PASTA |
|-------|-------|---------|-------|-------|
| 1 | CSD | 508 | 661 | 153 |
| 1 | IID | 135 | 153 | 018 |
| 2 | CIE | 461 | 582 | 121 |
| 2 | IIE | 132 | 150 | 018 |
| 3 | CSE | 510 | 669 | 159 |
| 3 | ISE | 231 | 276 | 045 |
| 4 | CID | 484 | -- | -- |
| 4 | ISD | 224 | -- | -- |

TABELA 2 - Peso dos dentes do Grupo 3 (antes e após a troca de hidróxido de cálcio) e quantidade de pasta inserida nos canais (em mg).

| DENTE | 1ª TROCA (29º dia) | | | 2ª TROCA (57º dia) | | | 3ª TROCA (85º dia) | | |
|-------|--------------------|------|-------|--------------------|------|-------|--------------------|------|-------|
| | ANTES | APÓS | PASTA | ANTES | APÓS | PASTA | ANTES | APÓS | PASTA |
| CSE | 514 | 673 | 159 | 543 | 703 | 160 | 512 | 655 | 143 |
| ISE | 230 | 276 | 046 | 253 | 300 | 047 | 230 | 279 | 049 |

5 RESULTADOS

5 RESULTADOS

Os resultados registrados durante o período experimental encontram-se nas TAB. 3 a 12. Na seqüência, acham-se descritos, por grupos, os dados que evidenciaram a maior, menor ou acentuadas alterações nas medidas de pH ou concentração de cálcio nas amostras.

Após a descrição de cada grupo, segue a análise estatística correspondente, cujas tabelas estão na seção Anexos (TAB. 15 a 45).

Os gráficos, elaborados para analisar o transporte iônico ocorrido durante o período experimental, encontram-se também na seção Anexos (GRÁF. 1 a 21).

As quantidades de hidróxido de cálcio extraídas dos dentes dos grupos experimentais estão sumarizadas nas TAB. 13 e 14, no fim desta seção.

5.1 Medidas de pH das amostras dos dentes dos diversos grupos

Partindo de uma medida inicial de 8,52, as leituras de pH de todas as amostras evidenciaram oscilações durante o período experimental. Essas oscilações foram de menor ou maior amplitude, dependendo do dente e do dia a que as amostras pertenciam.

As medidas de pH da água deionizada também mostraram variações, oscilando entre um valor mínimo de 7,96 a um máximo de 9,05.

No grupo-controle (Grupo 4 - dentes vazios), foi possível detectar alterações nas medidas do pH com oscilações muito semelhantes. Em todos os períodos, os valores do pH das amostras do CID foram superiores aos das do ISD (GRÁF. 1).

Para o CID, a partir de um valor de 7,70, alcançado após 24 horas, o maior valor do pH foi constatado na amostra do 29º dia (9,54). Para o ISD, cujo pH depois de 24 horas era de 7,67, o nível máximo foi registrado na amostra do 39º dia (9,30).

As leituras posteriores ao 39º dia revelaram uma queda, chegando a 8,35 para o canino e a 8,22 para o incisivo, no 46º dia. Depois, para ambos os dentes, o pH começou a subir e oscilar até o final do experimento, porém sem atingir o nível alcançado anteriormente.

No 127º dia, o pH das amostras dos frascos que continham o CID e o ISD foi de 8,09 e 7,87, respectivamente (TAB. 7).

Quando comparados em termos de média, no somatório das medidas do período, viu-se uma média de $8,84 \pm 0,46$ para CID e $8,57 \pm 0,41$ para ISD, com $t = 2,89$, sendo a diferença entre ambos significativa para $p < 0,05$ (TAB. 15).

Nas amostras dos dois dentes do Grupo 1, os valores do pH, que nas primeiras 24 horas ficaram próximos de 8,50, foram gradativamente aumentando, atingindo o maior nível no 29º dia. Para o CSD, o pH máximo atingido foi de 11,27 e para o IID, foi 11,15 (GRÁF. 2).

Uma queda do pH pode ser observada na amostra do 81º dia do CSD (9,76). Nos períodos subseqüentes, o nível de pH voltou a subir, mantendo-se, porém, em valores mais baixos que os anteriores.

As medidas de pH das amostras do IID foram muito semelhantes às do CSD, até o 36º dia. A partir do 39º dia, o pH começou a declinar e uma queda mais acentuada foi detectada no 46º dia (9,30). O pH, desde então, apresentou valores bem menores que os anteriores e do que os demonstrados pelas amostras do CSD.

No 127º dia, o pH das amostras dos frascos que continham o CSD e o IID foi de 9,93 e 8,75, respectivamente (TAB. 7).

Quando comparados em termos de média, no somatório das medidas do período, viu-se uma média de $10,47 \pm 0,69$ para CSD e $9,74 \pm 0,97$ para IID, com $t = 3,99$, sendo a diferença entre ambos significativa para $p < 0,05$ (TAB.16).

As medidas de pH das amostras dos dentes que compunham o Grupo 2 (GRÁF. 3), revelaram uma variação muito semelhante à observada nas amostras dos dentes do Grupo 1.

Para o CIE, o valor de pH, que nas primeiras 24 horas era de 8,36, foi gradativamente aumentando até alcançar 11,40, no 36º dia.

Após 24 horas, o pH da amostra de água do IIE era de 8,52; também subiu gradativamente e o pico ocorreu no 18º dia (11,14).

Até o 15º dia, as medidas provenientes do recipiente do IIE mostraram-se superiores às do CIE. No entanto, um declínio do pH foi detectado mais cedo nas amostras do incisivo. Nas do canino, o pH se manteve elevado por longo período, caindo a partir do 116º dia (10,48) e chegando a 10,11 no 127º dia.

Em relação ao incisivo, a queda do pH, evidenciada desde o 39º dia, foi mais expressiva na amostra do 46º dia, passando de 10,30 para 9,09. A partir dessa leitura, os níveis de pH permaneceram relativamente estáveis, com pequenas variações até, praticamente, o final do experimento.

No 127º dia, o pH das amostras dos frascos que continham o CIE e o IIE foi de 10,11 e 8,53, respectivamente (TAB. 7).

Quando comparados em termos de média, no somatório das medidas do período, viu-se uma média de $10,28 \pm 1,07$ para CIE e $9,78 \pm 0,75$ para IIE, com $t = -2,52$, sendo a diferença entre ambos significativa para $p < 0,05$ (TAB.17).

Nos dentes do Grupo 3, nos quais foram executadas trocas da medicação, a dinâmica de transporte de íons hidroxila foi diferente (GRÁF. 4).

O pH da amostra do CSE, que era de 8,11 após 24 horas, foi aumentando com o passar do tempo e atingiu um pico de 11,11 no 29º dia.

O pH da amostra do ISE, que era de 7,99 depois de 24 horas, começou a revelar, nos períodos subsequentes, oscilações muito semelhantes às observadas com o CSE, e alcançou o nível máximo de 11,07, também no 29º dia.

Após as trocas da pasta de hidróxido de cálcio, efetuadas nos dentes desse grupo, houve uma queda na medida de pH.

A leitura feita 3 dias depois da primeira troca (TAB.4) evidenciou uma queda de 11,11 para 10,28 no canino e de 11,07 para 10,70 no incisivo. Posteriormente, o pH das amostras dos dois dentes tornou a elevar-se gradativamente, chegando a ficar perto de 11,00, no 43º dia. Nas leituras subsequentes, o pH sofreu uma nova queda, chegando a 10,60 no canino e 10,77 no incisivo, no 50º dia. Na amostra do CSE do 53º dia, o pH começou novamente a subir, atingindo 11,01 no 57º dia, enquanto que na do ISE, um suave aumento foi evidenciado no 57º dia (10,88).

A segunda troca foi realizada no 57º dia. A leitura do 60º dia mostrou que, nas amostras dos dois dentes, o pH voltou a declinar bastante, passando de 11,01 para 10,05 na do canino, e de 10,88 para 9,39 na do incisivo. As leituras subsequentes demonstraram que o pH estava novamente aumentando, mostrando valores praticamente estáveis e, antes da terceira troca, o pH da amostra do canino, no 85º dia, era de 10,65 e do incisivo de 10,15.

Procedida a terceira troca, no 85º dia, a leitura realizada 3 dias depois evidenciou que o pH sofreu, novamente, uma queda acentuada, passando de 10,65 para 9,71 no canino, e de 10,15 para 9,03 no incisivo. Mais uma vez, com o passar do tempo, os valores de pH das amostras dos dois dentes voltaram a aumentar e alcançaram valores estáveis até o 127º dia, porém mais baixos do que os anteriores. Os dois dentes desse grupo exibiram um padrão no transporte iônico bastante semelhante.

No 127º dia, o pH das amostras dos frascos que continham o CSE e o ISE foi de 10,30 e de 9,72, respectivamente (TAB. 7).

Quando comparados em termos de média, no somatório das medidas do período, viu-se uma média de $10,36 \pm 0,60$ para CSE e $10,05 \pm 0,73$ para ISE, com $t=2,13$, sendo a diferença entre ambos significativa para $p < 0,05$ (TAB.18).

5.2 Medidas da concentração de cálcio nas amostras dos dentes dos diversos grupos

A análise da água deionizada (frasco sem dente) não evidenciou a presença do íon cálcio.

No Grupo 4 (controle - dentes vazios), foi possível detectar íons cálcio em todas as amostras colhidas durante o período experimental (GRÁF. 5).

Os valores mais elevados foram encontrados nas amostras retiradas do recipiente que continha o CID. Para esse dente, a concentração de cálcio que era de 0,23 µg/ml após 24 horas, foi gradativamente aumentando e, no 15º dia, alcançou 3,50 µg/ml. As leituras posteriores revelaram uma estabilização que permaneceu até o final do experimento. Um valor máximo de 4,70 µg/ml foi registrado no 85º dia.

Apesar de apresentar concentrações menores, o transporte de íons cálcio ocorrido a partir do ISD seguiu um padrão semelhante ao do CID. Depois de 24 horas, a concentração na amostra era de 0,16 µg/ml. Nas amostras posteriores, o valor foi aumentando, atingiu 2,63 µg/ml, no 18º dia, e permaneceu em torno desse valor, até o fim do experimento. A concentração mais alta de cálcio (3,67 µg/ml) ocorreu, também, no 85º dia.

No 127º dia, a concentração de cálcio nas amostras que continham o CID e o ISD foi de 4,01 e de 3,40 µg/ml, respectivamente (TAB. 12).

Quando comparados em termos de média, no somatório das medidas do período, viu-se uma média de $3,20 \pm 1,37$ para CID e $2,26 \pm 1,12$ para ISD, com $t = -3,51$, sendo a diferença entre ambos significativa para $p < 0,05$ (TAB.19).

No Grupo 1 (GRÁF. 6), a concentração de cálcio na amostra do CSD, que nas primeiras 24 horas era de 4,49 µg/ml, foi pouco a pouco aumentando, atingindo um pico de 52,59 µg/ml no 43º dia, mantendo-se estabilizada, com pequenas variações, até o 78º dia.

No IID, após 24 horas, a concentração era de 3,55 µg/ml, alcançou um máximo de 30,30 µg/ml na amostra do 22º dia, e se manteve próximo desse valor até o 36º dia.

Um declínio na concentração de cálcio foi observado na amostra do CSD do 81º dia, passando de 39,99 µg/ml para 9,80 µg/ml. Apesar das pequenas variações, a concentração permaneceu estabilizada e com valores bem mais baixos que os anteriores até o fim do período experimental.

Nas amostras do IID, o declínio na concentração de cálcio foi observado no 39º dia, passando de 25,24 µg/ml para 13,73 µg/ml, também permanecendo estável e com valores bem mais baixos que os anteriores até as leituras finais.

No 127º dia, a concentração de cálcio, nas amostras que continham o CSD e o IID, foi de 9,66 e de 4,72 µg/ml, respectivamente (TAB. 12).

Quando comparados em termos de média, no somatório das medidas do período, viu-se uma média de $23,18 \pm 15,76$ para CSD e $10,66 \pm 7,55$ para IID, com $t = 4,70$, sendo a diferença entre ambos significativa para $p < 0,05$ (TAB.20).

Nos espécimes do Grupo 2 (GRÁF. 7), o transporte de íons cálcio foi muito semelhante ao ocorrido com os dentes do Grupo 1.

No CIE, a leitura realizada após as primeiras 24 horas evidenciou uma concentração de 0,66 µg/ml, que foi aumentando gradativamente até alcançar 53,28 µg/ml no 64º dia.

Na amostra do IIE, após 24 horas a concentração era de 3,11 µg/ml e atingiu o máximo de 27,54 µg/ml, no 15º dia.

No 67º dia, um declínio na concentração de cálcio foi detectado na amostra do CIE, passando de 53,28 µg/ml para 13,99 µg/ml. Nas amostras posteriores, a concentração tornou a aumentar, chegando a 42,69 µg/ml no 78º dia. As leituras dos três períodos subseqüentes (81º, 85º e 88º dias) evidenciaram novas quedas, seguidas de aumentos, porém sem alcançar os níveis anteriores. Essas oscilações ocorreram até o final do experimento.

Com as amostras do IIE, as leituras realizadas após o 15º dia, no qual foi detectado a maior concentração de cálcio, começaram a evidenciar uma diminuição, passando de 27,54 µg/ml para 25,58 µg/ml, na amostra do 18º dia. Aos 39 dias, a concentração, de 11,96 µg/ml, diminuiu ainda mais, permanecendo estável, em valores bastante baixos, até o fim do período experimental.

No 127º dia, a concentração de cálcio nas amostras que continham o CIE e o IIE foi de 11,19 e de 4,28 µg/ml, respectivamente (TAB. 12).

Quando comparados em termos de média, no somatório das medidas do período, viu-se uma média de $25,08 \pm 14,99$ para CIE e $8,89 \pm 6,01$ para IIE, com $t = 6,57$, sendo a diferença entre ambos significativa para $p < 0,05$ (TAB.21).

No Grupo 3 (GRÁF. 8), a concentração de cálcio nas amostras do CSE e do ISE não chegou aos valores alcançados pelos dentes dos grupos 1 e 2.

Decorridas 24 horas, a concentração de cálcio da amostra do CSE era de 1,91 µg/ml. Com o passar do tempo, foi progressivamente aumentando e a maior concentração (26,41 µg/ml) foi detectada na amostra do 50º dia.

Depois que a primeira troca da medicação foi realizada, no 29º dia, a medida da amostra do CSE, que até então estava demonstrando uma curva ascendente, diminuiu levemente, passando de 23,80 µg/ml (29º dia) para 19,16 µg/ml (32º dia). As leituras posteriores revelaram pequenas oscilações, chegando a 26,41 µg/ml, na amostra do 50º dia.

Após a segunda troca, realizada no 57º dia, a concentração de cálcio passou de 26,19 µg/ml (57º dia) para 22,61 µg/ml (60º dia). As leituras subseqüentes revelaram, dessa vez, uma curva descendente, chegando a 10,28 µg/ml, no 85º dia.

No 88º dia, três dias após a terceira troca, a concentração de cálcio aumentou para 18,70 µg/ml. Posteriormente, os valores voltaram a declinar e, apesar de ocorrerem algumas oscilações, a concentração nas amostras do CSE não alcançou os valores atingidos anteriormente.

Nas amostras do ISE, depois de 24 horas, a concentração era de 0,80 µg/ml. Nas subseqüentes, sofreu um aumento gradativo e a maior leitura (26,27 µg/ml) foi registrada na amostra do 32° dia.

Após ter sido efetuada a primeira troca, a concentração de cálcio, que era de 21,20 µg/ml no 29° dia, passou para 26,27 µg/ml no 32° dia. As leituras posteriores evidenciaram uma estabilização, atingindo 21,31 µg/ml, no 57° dia.

Depois da segunda troca, no 57° dia, as leituras das amostras subseqüentes revelaram uma acentuada redução na concentração do íon. No 60° dia, o valor, que era de 13,98 µg/ml, continuou diminuindo, chegou a atingir 7,95 µg/ml no 67° dia e permaneceu baixo até o 85° dia, quando foi efetuada a terceira troca.

A leitura da amostra do 88° dia, período posterior à terceira troca, mostrou um aumento na concentração dos íons cálcio, que passou de 9,81 µg/ml (85° dia) para 20,39 µg/ml. Depois disso, os valores voltaram a cair e permaneceram próximos de 10,00 µg/ml até o fim do período experimental.

No 127° dia, a concentração de cálcio nas amostras que continham o CSE e o ISE foi de 13,32 e de 10,47 µg/ml, respectivamente (TAB. 12).

Quando comparados em termos de média, no somatório das medidas do período, viu-se uma média de $14,68 \pm 6,79$ para CSE e $12,43 \pm 6,58$ para ISE, com $t = 1,56$, não havendo diferença significativa entre ambos (TAB.22).

5.3 Comparações entre os grupos

Para efeitos de comparação entre os resultados obtidos nos diversos grupos, levou-se em consideração a existência de variáveis, como o emprego de dentes com características anatômicas distintas, o uso de diferentes veículos para a obtenção das pastas de hidróxido de cálcio e a execução de trocas durante o período experimental. Dessa forma, as análises comparativa das medidas de pH e de concentração de íons cálcio, registradas ao longo da pesquisa, foram feitas comparando-se canino com canino e incisivo com incisivo. Quando se quis avaliar a influência do veículo sobre o transporte dos íons, compararam-se os resultados do Grupo 1 com os do Grupo 2. Quando se quis analisar o efeito das trocas da medicação sobre esse transporte, compararam-se os resultados do Grupo 1 com os do Grupo 3. Comparação dos resultados do Grupo 2 com os do Grupo 3 não foi realizada, uma vez que, nesse caso, havia duas variáveis envolvidas.

5.3.1 *Em relação às medidas de pH*

A análise das medidas no período compreendido entre o primeiro e o 7º dia evidenciou um pH ligeiramente mais elevado nas amostras dos dentes que compunham os Grupos 1, 2 e 3 do que as dos dentes do Grupo 4. Com o passar dos dias, as diferenças nas medidas de pH se tornaram mais flagrantes e, posteriormente, voltaram a diminuir (GRÁF. 9 e 10).

As leituras de pH das amostras do ISD (Grupo 4) foram similares às da água deionizada, não havendo diferença significativa entre elas (TAB. 38; GRÁF. 11). Para o canino do mesmo grupo, ainda que a análise gráfica do fenômeno estudado (GRÁF. 11) demonstrasse um padrão semelhante, houve uma diferença significativa entre as medidas desse dente e as da água (TAB. 37).

A análise comparativa das medidas de pH das amostras dos dentes do Grupo 1 com as do Grupo 2 permitiu observar que o padrão de transporte dos íons hidroxila foi muito semelhante, a despeito de terem sido empregados diferentes veículos para a obtenção da pasta de hidróxido de cálcio. Em todos os casos, o pH foi aumentando gradativamente e permaneceu elevado por um certo período. Nas amostras dos dentes do Grupo 1, a queda de pH ocorreu mais cedo do que nas dos dentes do Grupo 2 (GRÁF. 12 e 13).

Ao longo do período, a média de pH nas amostras do CSD foi de $10,47 \pm 0,69$ e nas do CIE foi de $10,28 \pm 1,07$, sendo $t = 0,97$ e sem diferença estatisticamente significativa (TAB. 23).

Em relação aos incisivos, a média nas do IID foi de $9,74 \pm 0,97$ e nas do IIE foi de $9,78 \pm 0,75$, sendo $t = -0,19$ e também sem diferença significativa (TAB. 24).

A análise comparativa das medidas de pH das amostras dos dentes do Grupo 1 com as do Grupo 3 demonstrou comportamentos diferentes, dependendo do dente analisado.

Nas medidas dos caninos (CSD e CSE), notou-se um padrão inicial muito semelhante. No entanto, ao se realizarem as trocas da pasta de hidróxido de cálcio do CSE, ocorreram quedas nas medidas de pH, enquanto que o pH das amostras do CSD se manteve elevado. Na fase final do experimento, as medidas de pH das amostras dos dois dentes ficaram com valores mais próximos. Nas leituras das duas últimas semanas, o pH do CSE foi mais alto (GRÁF. 14).

Ao longo do período, a média de pH nas amostras do CSD foi de $10,47 \pm 0,69$ e nas do CSE foi de $10,36 \pm 0,60$, sendo $t = 0,80$ e sem diferença estatisticamente significativa (TAB. 25).

Já em relação aos incisivos (IID e ISE), o fenômeno foi diferente. Embora nos primeiros trinta dias o padrão de transporte iônico através desses dois dentes fosse semelhante, a partir do 39º dia, o pH das amostras do IID (Grupo 1) declinou e se manteve em níveis mais baixos até o final do experimento. No entanto, apesar das quedas sofridas toda vez que a pasta foi trocada, o pH das amostras do ISE se manteve num nível mais elevado do que o do IID (GRÁF. 15).

Em relação aos incisivos, a média de pH nas amostras do IID foi de $9,74 \pm 0,97$ e nas do ISE foi de $10,05 \pm 0,73$, sendo $t = -1,67$ e também sem diferença significativa (TAB. 26).

5.3.2 *Em relação à concentração de cálcio*

A análise comparativa das medidas de concentração de cálcio do primeiro ao 7º dia evidenciou um valor mais elevado nas amostras dos dentes que compunham os Grupos 1, 2 e 3 do que nas dos dentes do Grupo 4. Nas semanas seguintes, essas diferenças se tornaram maiores, principalmente em relação às leituras das amostras dos caninos, e voltaram a diminuir ao final do período experimental (GRÁF. 16 e 17).

Pela análise comparativa das medidas de concentração de cálcio das amostras dos dentes do Grupo 1 com as do Grupo 2, observou-se um padrão semelhante. Nos primeiros dias, os caninos desses grupos permitiram transporte similar e, a partir do 29º dia, as leituras foram maiores nas amostras do canino do Grupo 1. Na 6ª semana (43º dia), os valores, praticamente, voltaram a se igualar, permanecendo próximos até cerca do 80º dia, quando o transporte do íon no CSD sofreu uma queda brusca e, nas amostras provenientes do CIE, apesar de também diminuir, manteve valores mais elevados (GRÁF. 18).

Ao longo do período, a média de concentração do íon cálcio nas amostras do CSD foi de $23,18 \pm 15,76$ e nas do CIE foi de $25,08 \pm 14,99$, sendo $t = 0,57$ e sem diferença significativa (TAB. 27).

Comparando-se os valores registrados nas amostras do IID com as do IIE, percebeu-se que houve fenômeno semelhante ao observado com os caninos. Os valores nas medidas de concentração de cálcio foram muito próximos nos primeiros dias e, a partir da 3ª semana, a concentração foi maior no IID. Os valores voltaram a se igualar próximo à 6ª semana (39º dia), permanecendo muito parecidos até o final do experimento (GRÁF. 19).

Em relação aos incisivos, a média de concentração do íon cálcio nas amostras do IID foi de $10,66 \pm 7,55$ e nas do IIE foi de $8,89 \pm 6,01$, sendo $t = 1,20$ e também sem diferença significativa (TAB. 28).

A análise comparativa das medidas de concentração de cálcio das amostras dos dentes do Grupo 1 com as do Grupo 3 permitiu observar comportamentos distintos, dependendo do dente analisado.

Ao se analisar as leituras oriundas dos caninos desses grupos, notou-se um padrão inicial semelhante. No entanto, com o passar dos dias, as medidas de concentração do íon foram muito mais elevadas nas amostras do CSD do que nas do CSE. Os valores se tornaram muito próximos a partir do 81º dia, devido à queda no transporte pelo CSD (GRÁF. 20).

Ao longo do período, a média de concentração do íon cálcio nas amostras do CSD foi de $23,18 \pm 15,76$ e nas do CSE foi de $14,68 \pm 6,79$, sendo $t = 3,25$ com diferença significativa para $p < 0,05$ (TAB. 29).

Comparando-se o transporte iônico ocorrido a partir do IID com o do ISE, percebeu-se uma dinâmica diferente. Os valores começaram a aumentar gradativamente em ambos os dentes e, após o 39º dia, houve uma queda na concentração do íon nas amostras do IID. Ao contrário, o ISE manteve valores um pouco mais elevados, após ter sido efetuada a primeira troca da pasta. Depois da segunda troca da medicação, realizada nesse espécime, houve um declínio na concentração de cálcio. Realizada a terceira troca, os valores voltaram a aumentar, mantendo níveis de cálcio maiores do que os apresentados pelo espécime do Grupo 1 (GRÁF. 21).

Em relação aos incisivos, a média de concentração do íon cálcio nas amostras do IID foi de $10,66 \pm 7,55$ e nas do ISE foi de $12,43 \pm 6,58$, sendo $t = -1,16$ e sem diferença significativa (TAB. 30).

A análise de correlação entre o transporte de íons hidroxila e cálcio, aferidos pelas medidas de pH e de concentração de cálcio nas amostras, demonstrou haver alto coeficiente de correlação para os dentes dos grupos 1, 2 e 3 (TAB. 45).

TABELA 3 - Medidas do pH das amostras do 1° ao 7° dia

| Período | 1° dia | 2° dia | 3° dia | 4° dia | 5° dia | 6° dia | 7° dia |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Grupo Dente | | | | | | | |
| 1 CSD | 8,50 | 9,43 | 9,55 | 9,28 | 9,13 | 9,72 | 9,70 |
| 1 IID | 8,58 | 9,60 | 9,88 | 9,82 | 9,70 | 10,24 | 10,25 |
| 2 CIE | 8,36 | 8,97 | 9,50 | 9,50 | 9,85 | 10,02 | 10,12 |
| 2 IIE | 8,52 | 9,26 | 9,60 | 9,80 | 10,20 | 10,30 | 10,30 |
| 3 CSE | 8,11 | 8,70 | 9,55 | 9,20 | 9,82 | 10,21 | 10,22 |
| 3 ISE | 7,99 | 8,48 | 9,20 | 8,68 | 9,81 | 9,81 | 9,99 |
| 4 CID | 7,70 | 7,92 | 8,16 | 8,24 | 9,08 | 9,12 | 9,17 |
| 4 ISD | 7,67 | 7,93 | 8,12 | 7,95 | 8,70 | 8,65 | 8,82 |
| Água | 8,46 | 8,48 | 8,56 | 8,52 | 8,21 | 8,01 | 8,20 |

TABELA 4 - Medidas do pH das amostras do 8° ao 32° dia

| Período | 8 dias | 10 dias | 12 dias | 15 dias | 18 dias | 22 dias | 25 dias | 29 dias* | 32 dias |
|--------------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|
| Grupo Dente | | | | | | | | | |
| 1 CSD | 10,07 | 10,49 | 10,26 | 10,46 | 11,08 | 11,24 | 11,23 | 11,27 | 11,27 |
| 1 IID | 10,26 | 10,84 | 10,53 | 10,93 | 11,09 | 11,11 | 11,04 | 11,15 | 10,96 |
| 2 CIE | 9,86 | 10,70 | 10,59 | 10,86 | 11,29 | 11,32 | 11,28 | 11,13 | 11,15 |
| 2 IIE | 10,25 | 10,95 | 10,89 | 11,08 | 11,14 | 10,95 | 10,80 | 10,98 | 10,66 |
| 3 CSE | 10,05 | 10,79 | 10,66 | 10,41 | 10,79 | 10,96 | 11,01 | 11,11 | 10,28 |
| 3 ISE | 9,64 | 10,36 | 10,53 | 10,70 | 10,95 | 10,91 | 11,03 | 11,07 | 10,70 |
| 4 CID | 8,86 | 9,39 | 9,32 | 9,25 | 9,31 | 9,31 | 9,52 | 9,54 | 9,44 |
| 4 ISD | 8,24 | 9,10 | 9,10 | 8,86 | 8,89 | 8,89 | 9,15 | 9,18 | 9,13 |
| Água | 8,18 | 8,20 | 8,05 | 8,88 | 8,91 | 8,32 | 8,50 | 8,36 | 8,26 |

* Dia em que foi realizada a troca da pasta de hidróxido de cálcio, nos dentes do Grupo 3.

TABELA 5 - Medidas do pH das amostras do 36° ao 64° dia

| Grupo | Dente | Período | 36 dias | 39 dias | 43 dias | 46 dias | 50 dias | 53 dias | 57 dias* | 60 dias | 64 dias |
|-------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|---------|
| 1 | CSD | | 11,08 | 11,23 | 10,96 | 10,96 | 11,07 | 10,94 | 11,23 | 11,06 | 11,23 |
| 1 | IID | | 10,91 | 10,40 | 9,93 | 9,30 | 8,99 | 8,53 | 9,09 | 8,94 | 8,56 |
| 2 | CIE | | 11,40 | 11,20 | 11,24 | 11,14 | 11,06 | 10,99 | 11,20 | 11,01 | 11,23 |
| 2 | IIE | | 10,69 | 10,55 | 10,30 | 9,09 | 9,66 | 9,48 | 9,68 | 9,69 | 9,69 |
| 3 | CSE | | 10,57 | 11,02 | 10,94 | 10,84 | 10,60 | 10,67 | 11,01 | 10,05 | 10,75 |
| 3 | ISE | | 10,78 | 10,90 | 10,99 | 10,84 | 10,77 | 10,52 | 10,88 | 9,39 | 10,04 |
| 4 | CID | | 9,38 | 9,52 | 8,97 | 8,35 | 9,09 | 9,09 | 9,17 | 8,54 | 8,82 |
| 4 | ISD | | 9,11 | 9,30 | 8,76 | 8,22 | 8,82 | 8,82 | 8,93 | 8,49 | 8,61 |
| | Água | | 8,73 | 8,78 | 8,28 | 8,49 | 8,67 | 8,66 | 8,46 | 8,71 | 8,64 |

TABELA 6 - Medidas do pH das amostras do 67° ao 95° dia

| Grupo | Dente | Período | 67 dias | 71 dias | 74 dias | 78 dias | 81 dias | 85 dias* | 88 dias | 92 dias | 95 dias |
|-------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|
| 1 | CSD | | 10,92 | 11,13 | 11,00 | 11,08 | 9,76 | 10,20 | 10,38 | 10,59 | 10,50 |
| 1 | IID | | 8,72 | 8,91 | 8,57 | 8,64 | 8,09 | 7,84 | 8,09 | 8,59 | 8,69 |
| 2 | CIE | | 11,01 | 11,13 | 10,97 | 11,10 | 11,02 | 11,04 | 10,91 | 10,99 | 10,97 |
| 2 | IIE | | 9,49 | 9,60 | 9,65 | 9,66 | 9,29 | 9,23 | 9,08 | 9,37 | 9,22 |
| 3 | CSE | | 10,58 | 10,74 | 10,61 | 10,70 | 10,57 | 10,65 | 9,71 | 10,14 | 10,36 |
| 3 | ISE | | 9,86 | 10,04 | 9,97 | 10,28 | 10,24 | 10,15 | 9,03 | 9,03 | 9,41 |
| 4 | CID | | 8,85 | 8,72 | 8,84 | 9,06 | 8,79 | 8,78 | 8,25 | 8,36 | 8,55 |
| 4 | ISD | | 8,60 | 8,50 | 8,69 | 8,78 | 8,48 | 8,39 | 7,97 | 8,20 | 8,43 |
| | Água | | 8,61 | 8,44 | 8,53 | 8,52 | 8,77 | 8,48 | 8,76 | 8,88 | 8,76 |

* Dia em que foi realizada a troca da pasta de hidróxido de cálcio, nos dentes do Grupo 3.

TABELA 7 - Medidas do pH das amostras do 99° ao 127° dia

| Período | | 99 dias | 102dias | 106dias | 109dias | 113dias | 116dias | 120dias | 123dias | 127dias |
|-------------|------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Grupo Dente | | | | | | | | | | |
| 1 | CSD | 10,32 | 10,17 | 10,69 | 10,73 | 10,57 | 9,98 | 9,93 | 9,90 | 9,93 |
| 1 | IID | 8,72 | 8,44 | 8,55 | 8,66 | 8,96 | 8,73 | 8,45 | 8,73 | 8,75 |
| 2 | CIE | 10,94 | 10,84 | 10,85 | 10,70 | 10,87 | 10,48 | 10,47 | 10,10 | 10,11 |
| 2 | IIE | 9,23 | 9,05 | 9,41 | 9,10 | 9,74 | 8,95 | 8,71 | 8,69 | 8,53 |
| 3 | CSE | 10,40 | 10,33 | 10,42 | 10,30 | 10,51 | 10,34 | 10,37 | 10,07 | 10,30 |
| 3 | ISE | 9,82 | 9,84 | 10,16 | 9,78 | 10,24 | 9,93 | 10,15 | 9,66 | 9,72 |
| 4 | CID | 8,75 | 8,87 | 8,89 | 8,59 | 9,13 | 8,67 | 8,70 | 8,09 | 8,09 |
| 4 | ISD | 8,41 | 8,53 | 8,51 | 8,31 | 8,84 | 8,38 | 8,32 | 7,86 | 7,87 |
| | Água | 8,50 | 8,71 | 8,69 | 8,68 | 9,05 | 8,50 | 8,52 | 8,02 | 7,96 |

TABELA 8 - Concentração de cálcio nas amostras do 1° ao 7° dia (em µg/ml)

| GRUPO | Período | 1° dia | 2° dia | 3° dia | 4° dia | 5° dia | 6° dia | 7° dia |
|-------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Dente | | | | | | | | |
| 1 | CSD | 4,49 | 14,15 | 10,15 | 7,73 | 7,43 | 8,32 | 7,66 |
| 1 | IID | 3,55 | 6,78 | 7,09 | 7,70 | 7,97 | 8,33 | 8,10 |
| 2 | CIE | 0,66 | 1,08 | 3,49 | 3,69 | 4,46 | 5,44 | 6,42 |
| 2 | IIE | 3,11 | 5,35 | 6,66 | 7,40 | 8,04 | 8,91 | 8,68 |
| 3 | CSE | 1,91 | 3,70 | 6,40 | 5,72 | 4,97 | 5,33 | 5,53 |
| 3 | ISE | 0,80 | 2,38 | 3,04 | 4,00 | 5,52 | 5,65 | 5,58 |
| 4 | CID | 0,23 | 0,18 | 0,50 | 0,38 | 0,67 | 1,04 | 0,96 |
| 4 | ISD | 0,16 | 0,05 | 0,15 | 0,44 | 0,34 | 0,32 | 0,39 |

TABELA 9 - Concentração de cálcio nas amostras do 8° ao 32° dia (em µg/ml)

| GRUPO | Período | 8° dia | 10° dia | 12° dia | 15° dia | 18° dia | 22° dia | 25° dia | 29° dia* | 32° dia |
|-------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|
| Dente | | | | | | | | | | |
| 1 | CSD | 7,56 | 12,94 | 15,67 | 21,65 | 31,63 | 36,07 | 31,28 | 43,20 | 33,92 |
| 1 | IID | 8,09 | 16,36 | 15,94 | 25,11 | 28,16 | 30,30 | 25,29 | 28,35 | 21,56 |
| 2 | CIE | 7,23 | 12,00 | 16,88 | 25,36 | 40,70 | 41,47 | 30,34 | 36,28 | 28,15 |
| 2 | IIE | 8,43 | 17,25 | 19,28 | 27,54 | 25,58 | 21,57 | 16,33 | 16,61 | 12,89 |
| 3 | CSE | 5,71 | 9,10 | 10,60 | 13,22 | 17,02 | 20,73 | 21,22 | 23,80 | 19,16 |
| 3 | ISE | 5,28 | 9,67 | 10,63 | 15,95 | 18,67 | 19,56 | 18,91 | 21,20 | 26,27 |
| 4 | CID | 1,10 | 1,62 | 2,41 | 3,50 | 3,21 | 3,74 | 3,80 | 3,66 | 3,64 |
| 4 | ISD | 0,55 | 0,97 | 1,19 | 1,87 | 2,63 | 3,75 | 2,85 | 2,75 | 2,01 |

* Dia em que foi realizada a troca da pasta de hidróxido de cálcio, nos dentes do Grupo 3.

TABELA 10 - Concentração de cálcio nas amostras do 36° ao 64° dia (em µg/ml)

| GRUPO | Período | 36° dia | 39° dia | 43° dia | 46° dia | 50° dia | 53° dia | 57° dia* | 60° dia | 64° dia |
|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|---------|
| Dente | | | | | | | | | | |
| 1 | CSD | 47,17 | 44,28 | 52,59 | 31,73 | 49,36 | 37,90 | 49,77 | 37,15 | 50,75 |
| 1 | IID | 25,24 | 13,73 | 12,09 | 8,75 | 9,86 | 7,38 | 7,28 | 5,98 | 6,79 |
| 2 | CIE | 21,32 | 33,98 | 50,03 | 28,52 | 51,57 | 39,26 | 52,15 | 38,03 | 53,28 |
| 2 | IIE | 14,90 | 11,96 | 11,09 | 7,59 | 7,83 | 6,13 | 6,06 | 4,68 | 5,52 |
| 3 | CSE | 24,90 | 22,11 | 23,24 | 18,60 | 26,41 | 21,42 | 26,19 | 22,61 | 22,17 |
| 3 | ISE | 23,51 | 20,18 | 22,82 | 17,98 | 24,10 | 19,17 | 21,31 | 13,98 | 8,87 |
| 4 | CID | 4,15 | 3,54 | 4,04 | 4,25 | 4,47 | 3,93 | 4,28 | 3,50 | 3,35 |
| 4 | ISD | 3,22 | 2,23 | 2,81 | 2,83 | 3,33 | 2,57 | 2,79 | 2,37 | 2,07 |

TABELA 11 - Concentração de cálcio nas amostras do 67° ao 95° dia (em µg/ml)

| GRUPO | Período | 67° dia | 71° dia | 74° dia | 78° dia | 81° dia | 85° dia* | 88° dia | 92° dia | 95° dia |
|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|
| Dente | | | | | | | | | | |
| 1 | CSD | 20,02 | 50,25 | 31,82 | 39,99 | 9,80 | 9,72 | 9,74 | 13,52 | 8,83 |
| 1 | IID | 6,36 | 8,76 | 7,60 | 8,69 | 6,85 | 7,57 | 7,55 | 7,11 | 6,02 |
| 2 | CIE | 13,99 | 26,38 | 36,98 | 42,69 | 31,83 | 30,59 | 25,55 | 31,59 | 34,44 |
| 2 | IIE | 3,96 | 5,52 | 4,73 | 5,36 | 4,08 | 6,32 | 6,64 | 5,57 | 4,65 |
| 3 | CSE | 17,80 | 20,04 | 18,13 | 18,03 | 14,71 | 10,28 | 18,70 | 12,61 | 9,34 |
| 3 | ISE | 7,95 | 8,18 | 8,82 | 8,41 | 8,68 | 9,81 | 20,39 | 14,56 | 9,70 |
| 4 | CID | 2,85 | 3,91 | 3,45 | 3,67 | 3,29 | 4,70 | 4,66 | 4,62 | 3,96 |
| 4 | ISD | 1,91 | 2,65 | 2,11 | 2,65 | 2,57 | 3,67 | 3,62 | 3,46 | 2,30 |

* Dia em que foi realizada a troca da pasta de hidróxido de cálcio, nos dentes do Grupo 3.

TABELA 12 - Concentração de cálcio nas amostras do 99° ao 127° dia (em µg/ml)

| GRUPO | Período | 99°dia | 102°dia | 106°dia | 109°dia | 113°dia | 116°dia | 120°dia | 123°dia | 127°dia |
|-------|--------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | Dente | | | | | | | | | |
| 1 | CSD | 12,18 | 12,60 | 18,07 | 13,81 | 14,60 | 8,76 | 10,52 | 8,31 | 9,66 |
| 1 | IID | 5,98 | 5,09 | 5,30 | 5,54 | 5,97 | 3,74 | 5,07 | 4,48 | 4,72 |
| 2 | CIE | 8,76 | 27,61 | 33,37 | 21,92 | 23,74 | 15,53 | 17,91 | 12,64 | 11,19 |
| 2 | IIE | 5,03 | 5,17 | 5,98 | 5,41 | 5,84 | 4,36 | 4,86 | 3,13 | 4,28 |
| 3 | CSE | 10,39 | 7,64 | 11,14 | 11,97 | 16,19 | 13,02 | 14,79 | 11,35 | 13,32 |
| 3 | ISE | 8,92 | 9,32 | 10,53 | 10,84 | 10,98 | 9,72 | 11,38 | 10,72 | 10,47 |
| 4 | CID | 4,25 | 4,01 | 3,93 | 4,08 | 4,39 | 3,79 | 3,93 | 3,98 | 4,01 |
| 4 | ISD | 2,96 | 2,71 | 3,31 | 3,06 | 3,56 | 2,51 | 3,11 | 2,80 | 3,40 |

TABELA 13 - Quantidade de hidróxido de cálcio extraído dos dentes dos Grupos 1 e 2 (em mg).

| PERÍODO | DENTE | GRUPO 1 | | GRUPO 2 | |
|--|-------|----------------|----------------|-----------------|----------------|
| | | CSD (%) | IID (%) | CIE (%) | IIE (%) |
| ATÉ A QUEDA ATÉ O FIM DO EXPERIMENTO | | 15,64* (17,17) | 5,30** (49,48) | 11,92***(21,04) | 4,43** (52,61) |
| | | 18,41 (20,21) | 8,46 (78,99) | 19,93 (35,19) | 7,02 (83,37) |

* Do 1º ao 81º dia.

** Do 1º ao 39º dia.

*** Do 1º ao 67º dia.

TABELA 14 - Quantidade de hidróxido de cálcio extraído dos dentes do Grupo 3 (em mg).

| PERÍODO | DENTE | CSE (%) | ISE (%) |
|-----------------------|-------|-------------|--------------|
| ATÉ 1ª TROCA | | 2,84 (3,00) | 2,69 (10,04) |
| DA 1ª À 2ª TROCA | | 3,36 (3,54) | 3,23 (11,79) |
| DA 2ª À 3ª TROCA | | 2,64 (2,77) | 1,36 (4,86) |
| 28 DIAS APÓS 3ª TROCA | | 1,79 (2,10) | 1,75 (5,99) |
| DA 3ª TROCA ATÉ O FIM | | 2,77 (3,25) | 2,53 (8,67) |

6 DISCUSSÃO

6 DISCUSSÃO

6.1 Quanto à metodologia

A permeabilidade da dentina está intimamente relacionada com o diâmetro dos túbulos dentinários e com a espessura das paredes radiculares (FOGEL, MARSHALL, PASHLEY, 1988; REEDER JR. et al., 1978). Um medicamento encontrará maior facilidade de se difundir e alcançar a superfície externa da raiz quando colocado no interior do canal de um dente jovem, já que, nesse caso, os túbulos dentinários são mais amplos e as paredes radiculares mais delgadas do que em um dente adulto. Além disso, a difusão de medicamentos em dentes com cavidades pulpares de tamanhos variados exibem, obviamente, padrões distintos, pois diferentes quantidades do material a se difundir são colocadas em seu interior.

Sendo assim, para evitar que essas variáveis (diâmetro dos túbulos dentinários, espessura das paredes radiculares, quantidade do material no canal) interferissem nos resultados, seria interessante trabalhar com dentes homólogos de um mesmo indivíduo, tornando os espécimes equiparáveis. No entanto, dada a dificuldade de se conseguir 8 dentes de uma mesma pessoa, optou-se pela utilização de dentes de um cão, em virtude da facilidade de obtê-los.

Os trabalhos encontrados na literatura, ainda que tenham avaliado dentina coronal, registram que o diâmetro e o número de túbulos dentinários de dentes de cães são semelhantes aos de humanos (FORSSELL-AHLBERG, BRÄNNSTRÖM, EDWALL, 1975) e que a permeabilidade dentinária dos dentes desses animais, medida *in vivo* ou *in vitro*, são similares (PASHLEY et al., 1981). É de se esperar que, caso tivessem sido empregados dentes humanos, os resultados seriam similares aos aqui encontrados.

A extração por técnica terceira foi escolhida porque, com a remoção do osso alveolar vestibular, diminuiu-se o risco de fraturar as raízes. Apesar dos dentes empregados apresentarem rizogênese completa, as paredes radiculares eram finas, o que, somado à curvatura radicular, principalmente dos caninos, inviabilizava a remoção dos espécimes por outra técnica.

O uso de caninos e incisivos se deve ao fato de esses dentes possuírem canal único, com diâmetro e comprimento que se adequavam à metodologia programada.

Logo depois de realizar a abertura endodôntica e o esvaziamento do canal, a utilização do hipoclorito de sódio a 5% teve por finalidade remover, através da reconhecida capacidade dissolvente que essa solução apresenta (ANDERSEN et al., 1992; HASSELGREN, OLSSON, CVEK, 1988), restos de tecido pulpar

aderidos à parede dentinária e restos de ligamento periodontal da superfície radicular. A manutenção dos dentes em água deionizada, por 24 horas, serviu para remover o hipoclorito de sódio.

Ainda que alguns autores defendam a possibilidade de ocorrer difusão dos íons hidroxila através do cimento radicular (ESTRELA et al., 1995b; FOSTER, KULILD, WELLER, 1993; KEHOE, 1987; SIMON, BHAT, FRANCIS, 1995), outros afirmam que esses íons só podem alterar significativamente o pH da superfície externa da raiz quando esse tecido se encontra ausente (NERWICH, FIGDOR, MESSER, 1993; TRONSTAD et al., 1981). Já que não era propósito desta investigação avaliar essa questão, procedeu-se à sua remoção. Assim, ao se riscar a superfície radicular com lápis grafite e se usar a broca levemente até que as marcas desaparecessem, objetivou-se retirar o cimento radicular e evitar que excessiva quantidade de dentina fosse removida. Para averiguar se a técnica empregada promovia a remoção do cimento, um estudo piloto foi conduzido, à parte, utilizando dentes extraídos.

É provável que, durante a remoção do cimento, o uso da broca sobre a superfície externa da raiz tenha criado uma camada de *smear layer*. Enquanto alguns defendem que a presença dessa estrutura não constitui barreira à difusão de íons através da dentina radicular (GALVAN et al., 1994; WU et al., 1989), outros sustentam que a sua remoção facilita a ocorrência do fenômeno (ABBOT, HUME, HEITHERSAY, 1989; FOSTER, KULILD, WELLER, 1993; PASHLEY, KALATHOOR, BURNHAM, 1986; STAEHLE et al., 1995). Na dúvida, decidiu-se pela sua remoção. Para isso, adotou-se o EDTA que, em estudos anteriores (GOLDBERG, ABRAMOVICH, 1977; GOLDBERG, SPIELBERG, 1982), mostrou-se efetivo na remoção do *smear layer*, desobstruindo as aberturas dos túbulos dentinários. Em seguida, os dentes foram lavados, interna e externamente, com água deionizada, para retirar os resíduos dessa solução.

Ao se recobrirem os 3 mm finais da raiz com o adesivo de presa rápida, procurou-se selar o terço apical, reconhecidamente possuidor de inúmeras foraminas apicais (BARKER, LOCKETT, 1971; GAMM, 1988; MASSON, HENNET, CALAS, 1992). Através desse cuidado, somado à integridade das raízes, como observado com a lupa logo após as extrações, é de se esperar que qualquer alteração de pH ou concentração de cálcio nas amostras seja devido ao transporte de íons através da dentina, já que o acesso coronário foi duplamente selado com Cimpat e adesivo. Esse adesivo foi empregado porque estudos anteriores demonstraram que ele é praticamente impermeável aos componentes da pasta de hidróxido de cálcio (GOMES et al., 1996; VIEIRA JÚNIOR, SOARES, CURTIUS, 1995). Deve-se ressaltar que, como não foi checada a existência de

canais laterais ao longo da raiz, a possibilidade de sua influência sobre os resultados não pode ser desconsiderada.

Um fator importante a ser analisado, quando da utilização do hidróxido de cálcio como curativo de demora, é com respeito ao veículo usado para a manipulação da pasta. A literatura tem registrado diversas sugestões (CVEK, HOLLENDER, NORD, 1976; FRANK, 1966; HEITHERSAY, 1970; HOLLAND et al., 1979; LAWS, 1962; LOPES, COSTA FILHO, JONES JÚNIOR, 1986; SOUZA et al., 1989; STAMOS, HAASCH, GERSTEIN, 1985; TRONSTAD et al., 1981) e o emprego de uma ou outra substância pode modificar as propriedades físico-químicas do medicamento, promovendo alterações na sua viscosidade, capacidade antimicrobiana, hidrossolubilidade e, conseqüentemente, na velocidade de liberação iônica (ANTHONY, GORDON, DEL RIO, 1982; ESTRELA et al., 1995b; LAGE MARQUES et al., 1994; SAFAVI, PERRY, 1995; SIMON, BHAT, FRANCIS, 1995; STAMOS, HAASCH, GERSTEIN, 1985).

Cabe lembrar aqui que, nos casos de dentes despulpados, o emprego da pasta de hidróxido de cálcio se justifica pela propriedade anti-séptica do medicamento (HEITHERSAY, 1975), a qual é diretamente proporcional à quantidade, velocidade e tempo de liberação de íons hidroxila. Portanto, quanto maior, mais rápida e duradoura for essa liberação, mais espécies e maior número de microrganismos serão destruídos pela ação desse fármaco (ESTRELA et al., 1994; LAGE MARQUES et al., 1994).

A água destilada foi escolhida como veículo para a pasta dos dentes do Grupo 2 porque, quando misturada ao hidróxido de cálcio, permite que haja uma rápida dissociação iônica, com manutenção do pH em níveis elevados (ESTRELA et al., 1995b; LAGE MARQUES et al., 1994; SIMON, BHAT, FRANCIS, 1995; SJÖGREN et al., 1991). Ao mesmo tempo, serviria como parâmetro para comparação com a pasta dos dentes do Grupo 1, onde foi empregado o propileno glicol.

O propileno glicol, um derivado do propano, é um líquido viscoso, higroscópico, miscível com água e apresenta ação antimicrobiana (BHAT, WALVEKAR, 1975; OLITZKY, 1965), além de inibir a fermentação e o crescimento de fungos (STECHEER et al., 1960; MARTINDALE, 1982). Em 1962, LAWS sugeriu seu uso como veículo para a obtenção da pasta de hidróxido de cálcio e, conforme alguns autores, seu emprego para esse fim pode potencializar a ação anti-séptica da pasta (BAIRY, BHAT, SHIVANANDA, 1993).

A opção de incluir o propileno glicol como uma das soluções a serem usadas com o hidróxido de cálcio reside no fato de permitir ele, por sua natureza física, que se obtenha uma pasta com boa fluidez, facilitando a sua introdução no canal radicular.

A relação pó/líquido utilizada para formar a pasta de hidróxido de cálcio, veiculada em água destilada ou em propileno glicol, foi assim determinada porque uma manipulação prévia permitiu averiguar que, através dessas proporções, obtinha-se uma pasta homogênea, com consistência semelhante à usada clinicamente.

Para evitar grandes diferenças na quantidade de pasta introduzida nos canais dos espécimes que seriam comparados, procedeu-se à pesagem dos dentes antes e depois da colocação da medicação. O cálculo da diferença entre os pesos inicial e final permitiu a quantificação da pasta inserida no conduto. Assim, ao se fazer a comparação das medidas dos caninos, bem como das dos incisivos, diminuiu-se a possibilidade do transporte iônico ser mais ou menos duradouro, em função da quantidade de pasta, já que essa havia sido controlada. Como mencionado na metodologia, o controle da quantidade foi feito removendo-se ou adicionando-se pasta, quando necessário.

O mesmo cuidado foi tomado nos dentes do Grupo 3, no momento das trocas. Ao se inserir no canal praticamente a mesma porção usada no início do experimento (TAB. 1 e 2), procurou-se evitar que o transporte dos íons, depois das trocas, fosse influenciado por maior ou menor quantidade de pasta dentro do conduto.

Sempre que empregada, a água deionizada foi prontamente obtida do deionizador. Sendo um líquido praticamente livre de íons metálicos e como os recipientes usados foram previamente limpos com ácido nítrico, concluiu-se que a concentração de cálcio encontrada nas amostras derivou das peças dentárias. O volume de 10 ml foi usado por ser a quantidade mínima necessária para cobrir os espécimes e para que fosse possível submergir o eletrodo do pHmetro nas amostras.

Como já mencionado, a maior justificativa para o uso do hidróxido de cálcio como curativo de demora em dentes despolpados reside na capacidade anti-séptica que o medicamento possui, em decorrência do seu elevado pH. Existem, entretanto, algumas sugestões de que o íon cálcio poderia favorecer a formação de tecido duro (HEITHERSAY, 1975; TRONSTAD et al., 1981) ou até mesmo controlar a velocidade de liberação do íon hidroxila (GORDON, RANLY, BOYAN, 1985).

É possível que os dois íons apresentem ações terapêuticas distintas ou até mesmo sinérgicas. Esclarecer a correlação existente entre o transporte de cálcio e hidroxila através da dentina seria interessante para se estabelecer a necessidade ou não de se fazer as duas medições (TAGGER, TAGGER, KFIR, 1988). Isso porque medições de pH são mais simples de realizar do que medições da concentração de cálcio (TAGGER, TAGGER, KFIR, 1988). Se estudos comprovarem a existência

de correlação positiva entre a capacidade de transporte dos dois íons, então, futuramente, poderiam simplificar-se as metodologias, realizando-se somente as leituras de pH.

ESTRELA, PESCE (1996) analisaram a quantidade de íons cálcio e hidroxila liberados de diferentes pastas à base de hidróxido de cálcio, na presença de tecido conjuntivo de cão. A quantidade de íons cálcio foi obtida por condutimetria, usando EDTA como titulante. Considerando o peso molecular do hidróxido de cálcio e sabendo o total de cálcio liberado, através de cálculo estequiométrico, os autores chegaram à quantidade de íons hidroxila liberados.

Essa análise, entretanto, não determina a capacidade real desses íons de permearem através dos túbulos dentinários. Pode ser que ocorram distintas interações entre eles e os componentes da dentina, não permitindo que haja proporcionalidade na quantidade dos íons que alcançam a superfície externa da raiz.

Nesta pesquisa, decidiu-se quantificar os dois íons nas amostras e proceder-se a uma análise estatística de correlação entre as medidas obtidas.

Ainda que existam diferentes formas de se medir o pH e a concentração de cálcio de uma solução, a escolha pelo pH-metro e pelo espectrômetro de absorção atômica, respectivamente, se justifica por permitirem obter medidas precisas e exatas (KEHOE, 1987; WELZ, 1985).

As medidas de pH foram registradas depois de 2 minutos de contato do eletrodo com as amostras para permitir um tempo adequado de equilíbrio.

As leituras de concentração de íons cálcio foram feitas semanalmente. Para preservar as amostras e evitar que houvesse precipitação ou adsorção de íons nas paredes dos recipientes ou, até mesmo, formação de fungos devido ao tempo de armazenagem, optou-se por conservá-las em geladeira, logo após o registro do pH.

Nos dentes do Grupo 3, foram realizadas renovações da pasta de hidróxido de cálcio. Alguns pesquisadores sustentam a realização das trocas por acreditarem que a pasta sofra alteração com o passar do tempo (LEONARDO, LEAL, 1991; SOUZA et al., 1989; TRONSTAD, 1976); de acordo com outros, parece que esse procedimento é desnecessário, já que a liberação iônica persiste por longo período (BYSTRÖM, CLAEISSON, SUNDQVIST, 1985; ESBERARD, CARNES JR., DEL RIO, 1996). Já PASHLEY, KALATHOOR, BURNHAM (1986) sugerem que a alta concentração de íons cálcio e o alto pH podem produzir agregados de fosfato de cálcio, que acabam por reduzir a permeabilidade da dentina à passagem iônica. Se esse é o caso, é de se esperar que trocas da medicação não exerçam qualquer efeito terapêutico, já que os túbulos, obstruídos por tais agregados, não permitiriam que o transporte dos íons tivesse continuidade.

O período para renovação da medicação também é controvertido, havendo quem recomende executá-la aos 7 dias (TROPE et al., 1995) ou depois de um a 2

meses (LEONARDO, LEAL, 1991; SOARES, FELIPPE, LUCENA, 1996; SOUZA et al., 1989). Diversos trabalhos avaliaram a difusão de íons hidroxila pela dentina radicular, medindo o pH, quer da estrutura dentária (ESBERARD, CARNES JR., DEL RIO, 1996; ESTRELA et al., 1995b; NERWICH, FIGDOR, MESSER, 1993) quer de soluções circundando dentes (SIMON, BHAT, FRANCIS, 1995) que haviam sido medicados, em ambos os casos, com hidróxido de cálcio. Os resultados dessas pesquisas permitiram averiguar que as maiores medidas foram obtidas depois de 2 a 4 semanas da colocação do curativo (ESBERARD, CARNES JR., DEL RIO, 1996; ESTRELA et al., 1995b; NERWICH, FIGDOR, MESSER, 1993; SIMON, BHAT, FRANCIS, 1995).

Diante desses relatos e, principalmente, por não existirem experimentos que tivessem avaliado a influência que trocas da pasta teriam sobre o transporte de íons hidroxila e cálcio através da estrutura radicular, resolveu-se pesquisar essa questão, executando-se trocas da medicação de 4 em 4 semanas.

Durante a maior parte do período experimental, as amostras foram colhidas duas vezes por semana, às terças e sextas-feiras. Como consequência, os dentes permaneceram em contato com a água deionizada por três ou quatro dias, razão pela qual pequenas oscilações nas medidas obtidas não foram consideradas relevantes, mas atribuídas aos diferentes períodos de contato.

Finalmente, frente às quedas nas medidas de pH e de concentração de cálcio, observadas após a leitura dos resultados, sentiu-se a necessidade de calcular a quantidade de hidróxido de cálcio extraído dos dentes (TAB. 13 e 14), para melhor entendimento dos fenômenos ocorridos.

6.2 Quanto aos resultados

A inexistência de pesquisas que tenham usado a mesma metodologia empregada neste trabalho dificulta, em grande parte, a discussão dos resultados obtidos. Na medida do possível, serão feitas comparações desses resultados com os encontrados na literatura, procurando-se respeitar as diferenças pertinentes às metodologias.

No transcorrer do experimento, o pH das amostras de água oscilou e, em alguns dias, as medidas foram superiores às dos dentes do grupo-controle e às do incisivo do Grupo 1. Enquanto GOMES et al. (1996) registraram um pH levemente ácido (5,76) para a água deionizada tri-destilada, aqui pôde-se averiguar que a água apresentou um pH básico durante todo o período experimental (TAB. 3 a 7). A justificativa para isso é desconhecida.

Como será discutido mais adiante, os resultados dos grupos experimentais evidenciaram, claramente, a capacidade que os íons hidroxila e cálcio apresentam de se transportarem através da dentina radicular. As medidas de pH e de concentração de íons cálcio das amostras de água em contato com os dentes desses grupos foram significativamente maiores do que as observadas nas do grupo-controle (TAB. 31 a 36 e 39 a 44). O transporte iônico variou de dente para dente, demonstrando que cada espécime permitiu difusão distinta, ratificando os achados de DEARDORF et al. (1994).

Quanto às medidas de pH do grupo-controle, as leituras referentes ao incisivo ficaram próximas das da água deionizada (TAB. 38), não havendo diferença estatística entre elas. No entanto, em relação ao canino, foram significativamente diferentes, quando comparadas com as do incisivo e com as da água (TAB. 15 e 37), evidenciando que os tecidos dentais são capazes de alterar o pH do meio em que estão imersos. Sendo o canino um dente muito maior do que o incisivo, era de se esperar que os valores registrados fossem mais elevados.

A pequena quantidade de cálcio encontrada nas amostras do grupo-controle originou-se, provavelmente, da própria estrutura dentária, uma vez que não foi detectado cálcio nas amostras de água. Esses resultados corroboram os achados de DEARDORF et al. (1994), FOSTER, KULILD, WELLER (1993) e GOMES et al. (1996) que, ao realizarem estudos sobre a difusão de íons cálcio de pastas de hidróxido de cálcio colocadas no interior do canal, observaram a presença do íon em soluções que ficaram em contato com dentes vazios. A exemplo do que ocorreu com as medidas de pH, a concentração de cálcio nas amostras do canino foram significativamente maiores do que as encontradas nas do incisivo (TAB. 19).

A análise de correlação entre as medidas de pH e de concentração de cálcio evidenciou um alto índice para os dentes dos grupos experimentais (TAB. 45). Porém, como foram observadas algumas particularidades no transporte dos íons cálcio e hidroxila, para melhor compreensão e para que se possam confrontar os resultados aqui encontrados com os de outros pesquisadores, optou-se por abordá-los separadamente.

6.2.1 *Transporte dos íons hidroxila*

Os achados quanto à possibilidade de difusão, ainda que difiram dos encontrados por FUSS, SZAJKIS, TAGGER(1989), corroboram os de vários pesquisadores que, através das mais distintas metodologias, comprovaram a permeabilidade da estrutura dentária aos íons hidroxila (ESBERARD, CARNES JR., DEL RIO, 1996; ESTRELA et al., 1995b; FOSTER, KULILD, WELLER,

1993; HASSELGREN, KEREKES, NELLESTAM, 1982; KEHOE, 1987; NERWICH, FIGDOR, MESSER, 1993; SIMON, BHAT, FRANCIS, 1995; STAEHLE et al., 1995; TRONSTAD et al., 1981; WU et al., 1989).

Provavelmente, a metodologia diferente empregada por FUSS, SZAJKIS, TAGGER (1989) justifica a diferença de resultados.

No experimento desenvolvido por aqueles autores, o pH de 40 ml de água destilada tamponada (pH 7,0) foi medido após uma hora, 3 e 10 dias de contato com dentes que continham hidróxido de cálcio na câmara pulpar. As alterações de pH registradas foram muito discretas, levando-os a concluir que esse fármaco não tem a capacidade de se difundir pelos túbulos dentinários até a superfície externa da raiz.

No entanto, deve-se considerar que, além de empregarem água destilada tamponada, o que dificulta alterações de pH, toda a superfície radicular foi impermeabilizada, exceto na região cervical, onde o cimento foi removido. Possivelmente, a quantidade de pasta usada para preencher a câmara pulpar (não citada pelos autores) não resultou em íons hidroxila suficientes que pudessem permear por tão pequena área, enfrentar o efeito tampão da dentina (MCKENZIE et al., 1995; WANG, HUME, 1988) e alterar o pH de tal volume de água. Cabe ressaltar também que, antes de iniciar o experimento, os autores estocaram os dentes em formalina, o que pode provocar, segundo GOODIS, MARSHALL JR., WHITE (1991), uma redução na permeabilidade dentinária.

Nesta pesquisa, verificou-se que, após 2 ou 3 dias, houve modificação das medidas de pH, que foram gradativamente aumentando e atingiram valores máximos depois da 3ª semana. Estes dados se aproximam dos achados por ESBERARD, CARNES JR., DEL RIO (1996), NERWICH, FIGDOR, MESSER (1993) e SIMON, BHAT, FRANCIS (1995).

Realizando cavidades com diferentes profundidades nos terços cervical e apical da raiz e depois de introduzir hidróxido de cálcio no canal radicular, NERWICH, FIGDOR, MESSER (1993) observaram que, em questão de horas, ocorreram alterações no pH da dentina mais próxima do canal radicular, mas foram necessários de um a 7 dias para que as alterações fossem percebidas na dentina mais distante. Também observaram que os maiores valores de pH só foram registrados depois de 2 a 3 semanas do início do experimento.

Ainda que tenham empregado metodologia diferente, SIMON, BHAT, FRANCIS (1995) também quantificaram a difusão de íons hidroxila através da dentina e cimento, de hidróxido de cálcio associado a diferentes veículos. Depois de introduzir as pastas nos canais, os dentes foram postos em frascos individuais, contendo 10 ml de solução salina, de pH conhecido. Diante de novas leituras de

pH, feitas após vários intervalos, os autores observaram que ocorreram suaves alterações depois do primeiro dia e que as medidas se tornaram mais elevadas na 2ª semana, atingindo picos após a 3ª ou 4ª semana. O fato da difusão ter sido avaliada em dentes com cemento radicular justifica a obtenção de valores de pH inferiores aos desta pesquisa e ratifica a observação de que aquele tecido dificulta, mas não impede, o transporte iônico. Dos veículos testados por esses autores, dois são coincidentes com os empregados na presente investigação e comparações entre os achados dos dois trabalhos serão feitas mais adiante, quando for abordada a influência do veículo usado.

Através de experimento similar ao desenvolvido por NERWICH, FIGDOR, MESSER (1993), porém usando um período de 120 dias, ESBERARD, CARNES JR., DEL RIO (1996) também encontraram alcalinização da dentina três dias depois da introdução da pasta de hidróxido de cálcio no canal radicular. Durante todo o período experimental, as medidas de pH se mantiveram elevadas, independente do veículo empregado.

Em relação à manutenção do transporte iônico, os resultados de ESBERARD, CARNES JR., DEL RIO (1996) são semelhantes aos desta pesquisa, somente em relação às amostras dos caninos dos Grupos 1 e 2, nas quais o pH se manteve elevado durante um período bastante prolongado (GRÁF. 12). Entretanto, difere dos achados nas amostras que continham os incisivos desses grupos, onde quedas nas leituras de pH foram percebidas em torno do 39º dia (GRÁF. 13).

Neste trabalho, depois do registro dos picos de pH nas amostras dos incisivos, observou-se um período de estabilização e, em seguida, os valores começaram a declinar. Em virtude da pequena quantidade de pasta inserida nesses dentes, essas quedas sugeriram, a princípio, que não havia mais pasta nos canais. Porém, ao se calcular a quantidade de pasta extraída (TAB.13), verificou-se que, quando as quedas ocorreram (39º dia), somente cerca de 50% do hidróxido de cálcio havia sido encontrado nas amostras. Constatou-se, portanto, que algo afetou o transporte iônico, já que, apesar de ainda existir pasta suficiente, os íons hidroxila alcançaram a superfície externa da raiz e, conseqüentemente, o meio circundante, em menor escala do que nos períodos anteriores.

Diante dessa constatação, uma hipótese deveria ser considerada. Pode ser que tivesse ocorrido o consumo de quase toda a pasta existente no canal, sem que os íons atingissem o meio externo. Tanto a hidroxiapatita como o pó de dentina são tampões efetivos para os íons hidroxila (WANG, HUME, 1988). Em outras palavras, os íons hidroxila, ao se difundirem através dos túbulos, podem ter interagido com os componentes da dentina e a quantidade de íons livres que efetivamente alcançou o meio circundante não foi suficiente para manter as leituras elevadas, ocorrendo a queda nas medidas.

Ainda que se postule que, com a difusão continuada, esse efeito tampão diminua com o tempo (MCKENZIE et al., 1995; WANG, HUME, 1988), os

resultados aqui observados levam a pensar que essas interações de íons hidroxila - e também de íons cálcio - com os componentes da dentina podem ter provocado a obstrução dos túbulos dentinários por precipitação de sais de fosfato de cálcio ou de outro composto. Segundo PASHLEY, KALATHOOR, BURNHAM (1986), o hidróxido de cálcio diminui as dimensões dos túbulos, provocando uma redução na permeabilidade dentinária. Os autores acreditam que a alta concentração de cálcio ionizado e o alto pH, em contato com a solução salina fosfato tamponada empregada, podem ter produzido agregados locais de fosfato de cálcio, determinando a perda de permeabilidade. Embora aqui não se tenha empregado a solução salina, esses agregados podem ter-se formado a partir da reação do cálcio com íons fosfato da dentina. O fato das quedas nas leituras de pH das amostras dos incisivos terem ocorrido antes das dos caninos sugerem que, naqueles dentes, o bloqueio dos túbulos aconteceu mais cedo. Esse aspecto é abordado mais adiante, ao se discutir as diferenças encontradas entre dentes do mesmo grupo.

Para averiguar se havia ocorrido obstrução, procurou-se analisar, através de microscopia eletrônica de varredura (SEM) e de microanálise por energia dispersiva (EDX), o conteúdo dos túbulos dentinários. Talvez em decorrência do procedimento empregado, não foi possível obter dados concludentes, pois em nenhum espécime foram visíveis tais obstruções. Trabalhos posteriores deverão ser conduzidos para melhor esclarecer essa questão.

6.2.2 Transporte dos íons cálcio

Poucas investigações com o objetivo de avaliar a difusão de íons cálcio através da estrutura radicular foram encontradas na literatura.

SIMON, BHAT, FRANCIS (1995) compararam a difusão, através da dentina e cimento, do cálcio proveniente de hidróxido de cálcio misturado com diferentes veículos, dentre eles, a água destilada e o propileno glicol. Ao longo de 30 dias, foram feitas leituras da concentração de cálcio na solução salina mantida em contato com os dentes preenchidos com as pastas. A análise das medidas permitiu-lhes verificar que a concentração de cálcio aumentou gradativamente, atingindo níveis mais elevados depois de 2 a 3 semanas. Aos 30 dias, alcançou valores próximos de 60 ppm. Esses valores são diferentes dos encontrados nesta pesquisa, já que, aos 29 dias, as medidas variaram aproximadamente de 17 a 43 µg/ml. Porém é preciso levar em consideração que aqueles autores não removeram o cimento e não renovaram os 10 ml de solução salina que ficou em contato com os dentes, ao passo que, aqui, o cimento foi removido e os 10 ml de água deionizada foram renovados em períodos variáveis de 3 a 4 dias.

Ao pesquisarem a difusão do cálcio através da dentina e cimento, GOMES et al. (1996) também observaram que a mesma atingiu maiores valores depois de 2 a 3 semanas, tendendo a estabilizar-se após esse período.

Esses resultados são semelhantes aos aqui encontrados, já que os maiores registros da concentração de cálcio ocorreram depois da 2ª ou 3ª semana, havendo, em seguida, um período de estabilização. À semelhança do que ocorreu com as medidas de pH, nas amostras dos caninos dos Grupos 1 e 2, o período de estabilização foi muito mais prolongado do que nas dos incisivos que, logo depois de atingirem as concentrações máximas, iniciaram uma curva descendente (GRÁF. 18 e 19), reforçando a idéia de que, nesses dentes, o bloqueio dos túbulos ocorreu mais cedo do que nos caninos.

6.2.3 *Comparações entre dentes do mesmo grupo*

Na presente investigação, quando se compararam as medidas de pH e de concentração de cálcio das amostras provenientes dos caninos com as dos incisivos do mesmo grupo, houve uma diferença significativa. As leituras oriundas dos caninos foram superiores às dos incisivos (TAB. 15 a 21). Isso foi verdadeiro para os grupos 1 e 2, que exibiram comportamentos similares e também para o grupo-controle.

A distinta anatomia desses dentes pode justificar, em parte, essas diferenças. Por ser um dente maior, o canino apresentou uma superfície de contato mais ampla com os 10 ml de água deionizada, resultando numa maior área disponível para doar íons. Uma observação que reforça essa idéia é a comparação das medidas entre os dentes vazios, a qual demonstrou que o canino alterou mais o pH e doou mais íons cálcio do que o incisivo, durante todo o período experimental (GRÁF. 1 e 5). Quando analisados os caninos e os incisivos dos grupos 1 e 2, as diferenças foram muito maiores, pois esses dentes foram preenchidos com hidróxido de cálcio (GRÁF. 2, 3, 6 e 7).

Os incisivos empregados, por serem dentes menores, apresentavam paredes mais finas, o que torna a permeabilidade dentinária maior, já que essa é inversamente proporcional à espessura das paredes radiculares (FOGEL, MARSHALL, PASHLEY, 1988; REEDER JR. et al., 1978). Essa diferença na espessura das paredes parece justificar porque as medidas de pH e de cálcio dos incisivos alcançaram níveis muito próximos, e algumas vezes mais elevados do que os caninos, até o 15º ou 18º dia de leitura. Nisso também residiria a explicação de porque as medidas de pH e de concentração de cálcio nas amostras dos incisivos declinaram mais cedo. Paredes mais finas e, conseqüentemente, com túbulos dentinários mais curtos, seriam mais facilmente obstruídas pelos produtos de interação entre os íons e a estrutura dentária. Como os caninos eram dentes

maiores, com paredes mais espessas e túbulos mais longos, apresentavam uma maior área para a difusão e permitiram que a migração iônica se mantivesse por período mais prolongado.

Portanto, a análise comparativa entre caninos e incisivos dos grupos 1 e 2 e o cálculo efetuado para se determinar o consumo das pastas que foram empregadas nesses dentes (TAB. 13) reforçam a idéia de que o transporte iônico está intimamente relacionado com a permeabilidade das paredes do canal radicular (ESBERARD, CARNES JR., DEL RIO, 1996; FOSTER, KULILD, WELLER, 1993; NERWICH, FIGDOR, MESSER, 1993).

Os resultados do Grupo 3 serão discutidos mais adiante, quando se analisar a influência das trocas sobre o transporte.

Em virtude das diferenças anatômicas dos dentes, as comparações em relação ao veículo empregado e ao efeito das trocas sobre o transporte dos íons foram feitas comparando-se canino com canino e incisivo com incisivo.

6.2.4 *Influência do veículo*

Uma melhor dissociação do hidróxido de cálcio ocorre quando se mistura o pó em um veículo hidrossolúvel, sendo que a água destilada tem sido usada por permitir uma rápida e maior liberação do que outras substâncias (ESTRELA et al., 1995b; LAGE MARQUES et al., 1994; SIMON, BHAT, FRANCIS, 1995; SJÖGREN et al., 1991).

Neste experimento, estudou-se o transporte de íons provenientes de pastas obtidas pela manipulação do hidróxido de cálcio com propileno glicol e com água destilada. Para avaliar a influência desses veículos, compararam-se as medidas de pH e de concentração de cálcio das amostras dos dentes do Grupo 1 (propileno glicol) com as do Grupo 2 (água destilada), onde a variável presente foi o veículo empregado.

A análise estatística dessas medidas demonstrou não haver diferenças significativas entre os grupos (TAB. 23, 24, 27 e 28). A análise gráfica do transporte desses íons encontra-se nos GRÁF. 12, 13, 18 e 19.

Esses resultados são contrários aos achados de SIMON, BHAT, FRANCIS (1995) que, ao longo de 30 dias, compararam a difusão de íons hidroxila e cálcio de hidróxido de cálcio veiculado em água destilada ou em propileno glicol. Para fins comparativos entre os resultados desse trabalho e os da presente investigação, onde a difusão de íons foi registrada durante 127 dias, consideraram-se somente os primeiros 30 dias do experimento.

Quanto aos íons hidroxila, analisados através de medidas de pH da solução salina mantida em contato com os dentes, torna-se necessário realçar que, diferentemente desta pesquisa, SIMON, BHAT, FRANCIS (1995) estudaram a difusão através da dentina e cimento intactos. Como consequência, os valores de pH, por eles registrados, foram bem inferiores. Enquanto que, aqui, no 29º dia as medidas chegaram a atingir valores maiores do que 11,00, aqueles autores registraram, aos 30 dias, valores próximos de 8,00.

De acordo com os veículos empregados, esses investigadores observaram que a pasta de hidróxido de cálcio com água destilada permitiu uma liberação iônica maior e mais rápida do que a com propileno glicol, com diferença estatisticamente significativa. Aqui, apesar de algumas leituras terem mostrado maior difusão nos dentes do Grupo 2, onde foi empregado a água, as médias das medidas de pH, tanto dos caninos como dos incisivos dos grupos 1 e 2, não apresentaram diferenças significativas (TAB. 23 e 24).

Em relação à concentração de íons cálcio, SIMON, BHAT, FRANCIS (1995) verificaram que, novamente a mistura do hidróxido de cálcio com água destilada permitiu a mais alta liberação. A pasta com propileno glicol proporcionou índices similares, mas a difusão só alcançou valores elevados depois do 5º dia. Os autores atribuíram essa demora inicial na liberação de cálcio à natureza higroscópica do propileno glicol.

Já neste experimento, ao se compararem as médias da concentração de cálcio, tanto para caninos como para incisivos dos Grupos 1 e 2, não houve diferenças estatisticamente significantes (TAB. 27 e 28). Inclusive, pela comparação entre os caninos dos dois grupos (GRÁF. 18), pôde-se observar que a pasta com propileno glicol, nos primeiros 5 dias, propiciou maior liberação de íons cálcio do que a veiculada em água, ao contrário do que encontraram aqueles autores. É possível que as diferenças anatômicas entre os dentes usados nas duas pesquisas e a distinta metodologia sejam as responsáveis por essas discordâncias e também, embora seja meramente especulativo, pode ser que o propileno glicol, por ser hidrossolúvel e apresentar tensão superficial menor do que a da água (HAWLEY, 1993), permita um transporte mais rápido dos íons.

Diante da análise gráfica do fenômeno (GRÁF. 12, 13, 18 e 19), percebeu-se que as medidas de pH e de cálcio dos dentes que receberam a medicação de hidróxido de cálcio com propileno glicol declinaram antes das do grupo onde o veículo foi a água destilada. No entanto, isso ocorreu em um período de observação além do empregado por SIMON, BHAT, FRANCIS (1995). Novamente, aqui, ressalta-se o fato do propileno apresentar tensão superficial menor do que a da água (HAWLEY, 1993), conferindo-lhe maior poder de umectação e facilitando a penetração do hidróxido de cálcio. Parece lógico imaginar que isso aceleraria a obstrução dos túbulos dentinários.

6.2.5 *Influência da troca da medicação*

Para estudar o efeito das trocas da medicação de hidróxido de cálcio sobre o transporte dos íons hidroxila e cálcio, procedeu-se a uma comparação das medidas das amostras dos dentes do Grupo 1 com as do Grupo 3.

Como já citado anteriormente, essa comparação permitiu observar que a renovação da medicação influenciou o transporte iônico de forma diferente, dependendo do dente e do íon avaliado.

Quanto ao pH, a análise estatística das medidas das amostras dos caninos dos Grupos 1 e 3 não revelou diferenças significantes (TAB. 25). Pela análise gráfica (GRÁF. 14), nota-se que, sempre que efetuada a troca, houve redução na medida de pH da água em contato com o CSE, principalmente da 1ª amostra recolhida depois da renovação da pasta.

Quanto à concentração de íons cálcio, a análise estatística demonstrou haver diferenças significativas entre as medidas das amostras dos dois caninos (TAB. 29). É possível observar, no GRÁF 20, que a concentração de cálcio do CSD, depois de aproximadamente 3 semanas, atingiu níveis bastante elevados, que permaneceram até o 80º dia e depois declinaram. Já as medidas das amostras do CSE estavam aumentando gradativamente, mas, ao que parece, as trocas efetuadas alteraram o transporte, não permitindo que a concentração de cálcio alcançasse os mesmos níveis encontrados nas amostras do CSD.

Por outro lado, pelo confronto das medidas do incisivo do Grupo 1 com as do incisivo do Grupo 3, percebeu-se que a troca da medicação exerceu efeito positivo sobre o transporte iônico. Ainda que a análise estatística não tenha revelado diferença significativa entre as medidas de pH e de concentração de cálcio nas amostras dos incisivos desses grupos (TAB. 26 e 30), a análise gráfica evidenciou que as trocas mantiveram a liberação iônica em níveis um pouco mais elevados (GRÁF. 15 e 21).

Isso poderia ser explicado pelo mesmo motivo abordado anteriormente. Em virtude de suas características anatômicas, próximo do 50º dia, as medidas de pH e de cálcio das amostras do IID estavam semelhantes às do incisivo vazio (GRÁF. 10 e 17), devido a provável entupimento dos túbulos dentinários. No ISE, com a renovação da pasta, a difusão se manteve mais elevada, sugerindo que, nesse dente, que apresentava paredes mais finas, a irrigação do canal deve ter removido, pelo menos parcialmente, os prováveis depósitos que havia nos túbulos, facilitando o transporte, tanto de hidroxila como de cálcio.

Pela observação dos gráficos que ilustram as medidas de pH e de concentração de cálcio das amostras dos dentes do Grupo 3 (GRÁF. 4 e 8), constatou-se também que, embora a troca da pasta tenha provocado algumas

quedas nas leituras de pH e cálcio, os valores posteriormente registrados foram maiores do que os dos primeiros dias do experimento. Provavelmente isso se deve ao fato da dentina, já condicionada pela passagem da pasta inicialmente colocada no canal, se apresentar menos reativa, isto é, havia menos componentes capazes de interagir com os íons hidroxila e cálcio.

Foi possível perceber outro aspecto interessante. Para os dois íons, os valores foram decaindo ao longo do tempo, sugerindo que o hidróxido de cálcio vai promovendo o entupimento dos túbulos dentinários. Resultados semelhantes foram encontrados por DEARDORF et al. (1994), ao avaliarem a difusão do cálcio através da dentina radicular. Após removerem a pasta do interior dos canais e registrarem a concentração de cálcio nas amostras, os autores constataram que uma nova colocação de hidróxido de cálcio aumentava a concentração do íon. Entretanto, os valores registrados eram menores do que os obtidos com a primeira colocação da medicação. Sugeriram, a exemplo de PASHLEY, KALATHOOR, BURNHAM (1986), que essa diminuição na capacidade de transporte seja devido a uma precipitação de fosfato de cálcio no interior dos túbulos.

Já GOMES et al. (1996) perceberam que a renovação da pasta de hidróxido de cálcio permitiu que uma maior quantidade de íon cálcio fosse encontrada no líquido em contato com os dentes, diferindo dos resultados aqui encontrados, onde a renovação da medicação propiciou um aumento nas medidas de cálcio e pH do ISE, mas não foi capaz de exercer o mesmo efeito no CSE. Semelhantemente àquele estudo, aqui também foi observado que, após a renovação da pasta, as concentrações de cálcio no meio aquoso tenderam a um novo estado de equilíbrio.

É preciso considerar que a metodologia deste experimento, conduzido em dentes mantidos em meio úmido e totalmente destituídos de cimento, não reproduz as condições *in vivo*. O fato dos dentes serem de um cão jovem e terem permanecido submersos em 10 ml de água, freqüentemente renovados, deve ter propiciado uma maior dissolução das pastas. Na prática clínica, a quantidade de líquido que circunda o dente é significativamente mais reduzida e a velocidade de liberação iônica é comandada, em grande parte, pelo próprio veículo empregado na manipulação da pasta. Ainda que o cimento possa estar ausente em algumas áreas da raiz, como nos casos de reabsorções radiculares - e, nessas condições, se aproximaria mais da metodologia aqui empregada -, geralmente ele se encontra presente, resultando numa diminuição da permeabilidade aos íons (NERWICH, FIGDOR, MESSER, 1993; TRONSTAD et al., 1981). Ademais, um aspecto crucial que diferencia essa metodologia da condição clínica, e que não pode ser desprezado, é com respeito ao consumo de íons graças à difusão pelo forame apical. Esse aspecto não foi avaliado na presente investigação, já que o terço apical foi completamente vedado com o adesivo. De qualquer forma, puderam-se usar os

resultados aqui encontrados para comparar a influência dos veículos e da execução das trocas sobre a dinâmica do transporte iônico.

Diante dos achados desta investigação e respeitando-se as diferenças acima mencionadas, é possível fazer algumas considerações sobre o uso do hidróxido de cálcio como curativo intracanal. Como demonstrado em estudos anteriores (NERWICH, FIGDOR, MESSER, 1993; SIMON, BHAT, FRANCIS, 1995), a alcalinização da dentina não é obtida a curto prazo. É necessário que se utilize a pasta por um período prolongado, não inferior a 2 semanas, para que os íons hidroxila, após vencido o efeito tampão da dentina, possam alcalinizá-la em profundidade. Neste trabalho, mesmo empregando dentes com paredes finas e túbulos dentinários amplos, que facilitam o transporte iônico, as medidas registradas, tanto de pH como de concentração de cálcio, só atingiram valores máximos depois de períodos variáveis, mas nunca inferior a 2 semanas. Portanto, tempo é um fator extremamente importante para que se possa usufruir das propriedades terapêuticas desse fármaco.

Ademais, estudos histológicos têm evidenciado melhores condições de reparo dos tecidos periodontais e apicais quando o curativo permanece por 4 semanas no canal radicular (SOARES, MELO, FELIPPE (a ser publicado); TROPE et al., 1995).

Segundo BYSTRÖM, CLAESSION, SUNDQVIST (1985), a quantidade de pasta levada ao canal radicular é capaz de manter a liberação iônica por longo período. Embora as observações feitas neste trabalho permitam concordar com essa afirmativa, deve-se salientar que, mesmo havendo pasta no canal, as medidas de pH e de cálcio foram decaindo ao longo do experimento, sugerindo que, à medida que ocorre o transporte, vai havendo a obstrução dos túbulos dentinários.

Quanto à renovação da medicação de hidróxido de cálcio, a análise estatística das medidas de pH e de concentração de cálcio dos dentes do Grupo 1 e 3 não revelou diferença significativa e os resultados aqui encontrados sugerem que, diante de um canal que apresente condições adequadas, mantido com um selamento coronário efetivo, a troca da pasta seria desnecessária.

Finalmente, embora esta pesquisa tenha sido executada de maneira a reduzir o número de variáveis entre os espécimes, foge, em vários aspectos, das condições vivenciadas na prática *in vivo*. As extrapolações clínicas dos resultados aqui encontrados devem ser feitas com cuidado. Futuras pesquisas, com metodologia que se aproxime mais da prática clínica, deverão ser desenvolvidas para melhor orientar os profissionais no uso da medicação de hidróxido de cálcio no tratamento de dentes despulpados.

7 CONCLUSÕES

7 CONCLUSÕES

Diante da metodologia empregada e com base nos resultados do presente experimento, foi possível concluir que:

1 Íons hidroxila e cálcio, provenientes de pastas de hidróxido de cálcio colocadas no interior do canal, são capazes de se difundirem através da dentina radicular.

2 Existe um alto índice de correlação entre a quantidade de íons hidroxila e cálcio que atravessam a dentina radicular.

3 Não foram encontradas diferenças significativas no transporte de íons hidroxila e cálcio, quando se utiliza a água destilada ou o propileno glicol como veículo para a obtenção da pasta de hidróxido de cálcio.

4 A renovação da pasta de hidróxido de cálcio não foi capaz de aumentar o transporte de íons hidroxila e cálcio através da dentina radicular.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBOTT, P.V., HUME, W.R., HEITHERSAY, G.S. Barriers to diffusion of Ledermix paste in radicular dentin. **Endod. Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v.5, n.2, p.98-104, Apr. 1989.
- ANDERSEN, M., LUND, A., ANDREASEN, J.O., ANDREASEN, F.M. *In vitro* solubility of human pulp tissue in calcium hydroxide and sodium hypochlorite. **Endod. Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v.8, n.3, p.104-108, June, 1992.
- ANTHONY, D.R., GORDON, T.M., DEL RIO, C.E. The effect of three vehicles on the pH of calcium hydroxide. **Oral Surg.**, St. Louis, v.54, n.5, p.560-565, Nov. 1982.
- BAIRY, I., BHAT, K.S., SHIVANANDA, P.G. An *in vitro* evaluation of antibacterial action of calcium hydroxide against causative organisms of osteomyelitis. **Indian. J. Med. Microbiol.**, v.11, n.4, p.238-242, 1993.
- BARKER, B.C.W., LOCKETT, B.C. Utilization of the mandibular premolars of the dog for endodontic research. **Aust. Dent. J.**, Sydney, v.16, p.280-286, Oct. 1971.
- BHAT, K.S., WALVEKAR, S. Bactericidal property of propylene glycol. **Arogya J. Health Sci.**, v.1, p.54-59, 1975.
- BENCE, R., MADONIA, J.V., WEINE, F.S., SMULSON, M.H. A microbiologic evaluation of endodontic instrumentation in pulpless teeth. **Oral Surg.**, St. Louis, v.35, n.5, p.676-683, May, 1973.
- BYSTRÖM, A., CLAESSON, R., SUNDQVIST, G. The antibacterial effect of camphorated paramonochlorophenol, camphorated phenol and calcium hydroxide in the treatment of infected root canals. **Endod. Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v.1, n.5, p.170-175, Oct. 1985.
- BYSTRÖM, A., HAPPONEN, R.P., SJÖGREN, U., SUNDQVIST, G. Healing of periapical lesions of pulpless teeth after endodontic treatment with controlled asepsis. **Endod. Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v.3, n.2, p.58-63, Apr. 1987.
- BYSTRÖM, A., SUNDQVIST, G. Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. **Scand. J. Dent. Res.**, Copenhagen, v.89, n.4, p.321-328, Aug. 1981.

- BYSTRÖM, A., SUNDQVIST, G. The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.18, n.1, p.35-40, Jan. 1985.
- COHEN, F., LASFARGUES, J.J. Quantitative chemical study of root canal preparations with calcium hydroxide. **Endod. Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v.4, n.3, p.108-113, June, 1988.
- COSTA, A.D., ANZAI, A., BURATI NETO, J., IKEDA, J. Uso do hidróxido de cálcio no tratamento de dentes com lesões periapicais: relato clínico de 13 casos. **Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent.**, São Paulo, v.35, n.3, p.220-226, maio/jun. 1981.
- CVEK, M., HOLLENDER, L., NORD, C.E. Treatment of non-vital permanent incisors with calcium hydroxide VI. A clinical, microbiological and radiological evaluation of treatment in one sitting of teeth with mature or immature root. **Odontol. Revy**, Malmo, v.27, n.2, p.93-108, 1976.
- DEARDORF, K.A., SWARTZ, M.L., NEWTON, C.W., BROW JR., C.E. Effect of root canal treatments on dentin permeability. **J. Endod.**, Baltimore, v.20, n.1, p.1-5, Jan. 1994.
- ESBERARD, R.M., CARNES JR., D.L., DEL RIO, C.E. Changes in pH at the dentin surface in roots obturated with calcium hydroxide pastes. **J. Endod.**, Baltimore, v.22, n.8, p.402-405, Aug. 1996.
- ESTRELA, C., PESCE, H.F. Chemical analysis of the liberation of calcium and hydroxyl ions from calcium hydroxide pastes in connective tissue in the dog - I. **Braz. Dent. J.**, Ribeirão Preto, v.7, n.1, p.41-46, 1996.
- ESTRELA, C., SYDNEY, G.B., BAMMANN, L.L., FELIPPE JÚNIOR, O. Estudo do efeito biológico do pH na atividade enzimática de bactérias anaeróbias. **Rev. Fac. Odont. Bauru**, Bauru, v.2, n.4, p.29-36, out./dez. 1994.
- ESTRELA, C., SYDNEY, G.B., BAMMANN, L.L., FELIPPE JÚNIOR, O. Mechanism of action of calcium and hydroxyl ions of calcium hydroxide on tissue and bacteria. **Braz. Dent. J.**, Ribeirão Preto, v.6, n.2, p.85-90, 1995a.
- ESTRELA, C., SYDNEY, G.B., PESCE, H.F., FELIPPE JÚNIOR, O. Dentinal diffusion of hydroxyl ions of various calcium hydroxide pastes. **Braz. Dent. J.**, Ribeirão Preto, v.6, n.1, p.5-9, 1995b.

- FOGEL, H.M., MARSHALL, F.J., PASHLEY, D.H. Effects of distance from the pulp and thickness on the hydraulic conductance of human radicular dentin. **J. Dent. Res.**, Washington, v.67, n.11, p.1381-1385, Nov. 1988.
- FORSSELL-AHLBERG, K., BRÄNNSTRÖM, M., EDWALL, L. The diameter and number of dentinal tubules in rat, cat, dog and monkey. A comparative scanning electron microscopic study. **Acta Odontol. Scand.**, Turku, v.33, n.5, p.243-250, Sept. 1975.
- FOSTER, K.H., KULILD, J.C., WELLER, R.N. Effect of smear layer removal on the diffusion of calcium hydroxide through radicular dentin. **J. Endod.**, Baltimore, v.19, n.3, p.136-140, Mar. 1993.
- FRANK, A.L. Therapy for the divergent pulpless tooth by continued apical formation. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v.72, n.1, p.87-93, Jan. 1966.
- FUSS, Z., SZAJKIS, S., TAGGER, M. Tubular permeability to calcium hydroxide and to bleaching agents. **J. Endod.**, Baltimore, v.15, n.8, p.362-364, Aug. 1989.
- GAMM, D.J. Endodontics in veterinary medicine. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, St. Louis, v.66, n.3, p.372-377, Sept. 1988.
- GALVAN, D.A., CIARLONE, A.E., PASHLEY, D.H., KULILD, J.C., PRIMACK, P.D., SIMPSON, M.D. Effect of smear layer removal on the diffusion permeability of human roots. **J. Endod.**, Baltimore, v.20, n.2, p.83-86, Feb. 1994.
- GEORGOPOULOU, M., KONTAKIOTIS, E., NAKOU, M. *In vitro* evaluation of the effectiveness of calcium hydroxide and paramonochlorophenol on anaerobic bacteria from the root canal. **Endod. Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v.9, n.6, p.249-253, Dec. 1993.
- GOLDBERG, F., ABRAMOVICH, A. Analysis of the effect of EDTAC on the dentinal walls of the root canal. **J. Endod.**, Chicago, v.3, n.3, p. 101-105, Mar. 1977.
- GOLDBERG, F., SPIELBERG, C. The effect of EDTAC and the variation of its working time analysed with scanning electron microscopy. **Oral Surg.**, St. Louis, v.53, n.1, p.74-77, Jan. 1982.

- GOMES, I.C., CHEVITARESE, O., ALMEIDA, N.S., SALLES, M.R., GOMES, G.C. Diffusion of calcium through dentin. **J. Endod.**, Baltimore, v.22, n.11, p.590-595, Nov. 1996.
- GOODIS, H.E., MARSHALL JR., G.W., WHITE, J.M. The effects of storage after extraction of the teeth on human dentine permeability *in vitro*. **Arch. Oral Biol.**, Oxford, v.36, n.8, p.561-566, Aug. 1991.
- GORDON, T.M., RANLY, D.M., BOYAN, B.D. The effects of calcium hydroxide on bovine pulp tissue: variations in pH and calcium concentration. **J. Endod.**, Baltimore, v.11, n.4, p.156-160, Apr. 1985.
- GUTMANN, J.L., DUMSHA, T. Limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares. In: COHEN, S., BURNS, R.C. **Endodoncia: Los caminos de la pulpa**. 4. ed. Buenos Aires: Panamericana, 1988. 1055p. p.237.
- HAAPASALO, M., ORSTAVIK, D. *In vitro* infection and disinfection of dentinal tubules. **J. Dent. Res.**, Washington, v.66, n.8, p.1375-1379, Aug. 1987.
- HAMMARSTRÖM, L., BLOMLÖF, L., FEIGLIN, B., LINDSKOG, S. Effect of calcium hydroxide treatment on periodontal repair and root resorption. **Endod. Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v.2, n.5, p.184-189, Oct. 1986.
- HASSELGREN, G., KEREEKES, K., NELLESTAM, P. pH changes in calcium hydroxide-covered dentin. **J. Endod.**, Baltimore, v.8, n.11, p.502-505, Nov. 1982.
- HASSELGREN, G., OLSSON, B., CVEK, M. Effects of calcium hydroxide and sodium hypochlorite on the dissolution of necrotic porcine muscle tissue. **J. Endod.**, Baltimore, v.14, n.3, p.125-127, Mar. 1988.
- HAWLEY Dicionário de Química y de Productos Químicos. Barcelona: Omega, 1993. 1170p. p.833.
- HEITHERSAY, G.S. Periapical repair following conservative endodontic therapy. **Aust. Dent. J.**, Sydney, v.15, n.6, p.511-518, Dec. 1970.
- HEITHERSAY, G.S. Calcium hydroxide in the treatment of pulpless teeth with associated pathology. **J. Br. Endod. Soc.**, London, v.8, n.2, p.74-93, July, 1975.

- HEITHERSAY, G.S. Endodontic treatment in Australia. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.17, n.3, p.125-138, July, 1984.
- HERMANN, B.W. Dentinobliteration der wurzel kanale nach. Behandlung mit calcium. **Zahnartzl Resch**, v.39, p.888, 1920.
- HOLLAND, R., SOARES, I.J., SOARES, I.M. Influence of irrigation and intracanal dressing on the healing process of dogs' teeth with apical periodontitis. **Endod. Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v.8, n.6, p.223-229, Dec. 1992.
- HOLLAND, R., SOUZA, V., NERY, M.J., BERNABÉ, P.F.E., MELLO, W., OTOBONI FILHO, J.A. Overfilling and refilling monkey's pulpless teeth. **J. Can. Dent. Assoc.**, Ottawa, v.46, n.6, p.387-390, June, 1980.
- HOLLAND, R., SOUZA, V., NERY, M.J., MELLO, W., BERNABÉ, P.F.E., OTOBONI FILHO, J.A. A histological study on the effect of calcium hydroxide in the treatment of pulpless teeth of dogs. **J. Br. Endod. Soc.**, London, v.12, n.1, p.15-23, Jan. 1979.
- KEHOE, J.C. pH reversal following *in vitro* bleaching of pulpless teeth. **J. Endod.**, Baltimore, v.13, n.1, p.6-9, Jan. 1987.
- KEREKES, K., TRONSTAD, L. Long-term results of endodontic treatment performed with a standardized technique. **J. Endod.**, Chicago, v.5, n.3, p.83-90, Mar. 1979.
- KONTAKIOTIS, E., NAKOU, M., GEORGOPOULOU, M. *In vitro* study of the indirect action of calcium hydroxide on the anaerobic flora of the root canal. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.28, n.6, p.285-289, Nov. 1995.
- LAGE MARQUES, J.L., CONTI, R., ANTONIAZZI, J.H., GUTZ, I. Avaliação da velocidade de dissociação iônica do hidróxido de cálcio associado a diferentes veículos. **Rev. USP**, São Paulo, v.8, n.2, p.81-87, abr./jun. 1994.
- LAWS, A.J. Calcium hydroxide as a possible root filling material. **N. Z. Dent. J.**, Christchurch, v.58, n.274, p.199-215, Oct. 1962.
- LEONARDO, M.R., LEAL, J.M. **Endodontia**. Tratamento de canais radiculares. 2. ed. São Paulo: Panamericana, 1991. 594p. p.334.

- LEONARDO, M.R., ALMEIDA, W.A., BEZERRA da SILVA, L.A., SABBAG UTRILLA, L. Histopathological observations of periapical repair in teeth with radiolucent areas submitted to two different methods of root canal treatment. **J. Endod.**, Baltimore, v.21, n.3, p.137-141, Mar. 1995.
- LOPES, H.P., COSTA FILHO, A.S., JONES JÚNIOR, J. O emprego do hidróxido de cálcio associado ao azeite de oliva. **RGO**, Porto Alegre, v.34, n.4, p.306-313, jul./ago. 1986.
- MARTINDALE, W. **Martindale: the extra pharmacopoeia**. 28.ed. London: Pharmaceutical Press, 1982. 2025p. p.708-709.
- MASSON, E., HENNET, P.R., CALAS, P.L. Apical root canal anatomy in the dog. **Endod. Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v.8, n.3, p.109-112, June, 1992.
- MATSUMIYA, S., KITAMURA, M. Histo-pathological and histo-bacteriological studies of the relation between the condition of sterilization of the interior of the root canal and the healing process of periapical tissues in experimentally infected root canal treatment. **Bull Tokyo Dent. Coll.**, Tokyo, v.1, n.1, p.1-19, Oct. 1960.
- MCKENZIE, C., HANKS, C., CORCORAN, J., ELLISON, R. Diffusion of calcium hydroxide through dentin; permeability of hydroxyl ion *in vitro*. **J. Endod.**, Baltimore, v.21, n.4, p.231, Apr. 1995.
- NERWICH, A., FIGDOR, D., MESSER, H.H. pH changes in root dentin over a 4-week period following root canal dressing with calcium hydroxide. **J. Endod.**, Baltimore, v.19, n.6, p.302-306, June, 1993.
- OLITZKY, L. Antimicrobial properties of a propylene glycol based topical therapeutic agent. **J. Pharm. Sci.**, Washington, v.54, n.5, p.787-788, May, 1965.
- ORSTAVIK, D., HAAPASALO, M. Desinfection by endodontic irrigants and dressings of experimentally infected dentinal tubules. **Endod. Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v.6, n.4, p.142-149, Aug. 1990.
- PASHLEY, D.H., KALATHOOR, S., BURNHAM, D. The effects of calcium hydroxide on dentin permeability. **J. Dent. Res.**, Washington, v.65, n.3, p.417-420, Mar. 1986.

- PASHLEY, D.H., KEHL, T., PASHLEY, E., PALMER, P. Comparison of *in vitro* and *in vivo* dog dentin permeability. **J. Dent. Res.**, Houston, v.60, n.3, p.763-768, Mar. 1981.
- PIERCE, A., LINDSKOG, S. The effect of an antibiotic corticosteroid paste on inflammatory root resorption *in vivo*. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, St. Louis, v.64, n.2, p.216-220, Aug. 1987.
- PORKAEW, P., RETIEF, D.H., BARFIELD, R.D., LACEFIELD, W.R., SOONG, S. Effects of calcium hydroxide paste as an intracanal medicament on apical seal. **J. Endod.**, Baltimore, v.16, n.8, p.369-374, Aug.1990.
- QUACKENBUSH, L. *In vitro* testing of 3 types of endodontic medicaments against anaerobic bacteria. **J. Endod.**, Baltimore, v.12, n.3, p.132, Mar. 1986.
- REEDER JR., O.W., WALTON, R.E., LIVINGSTON, M.J., PASHLEY, D.H. Dentin permeability: determinants of hydraulic conductance. **J. Dent. Res.**, Houston, v.57, n.2, p.187-193, Feb. 1978.
- SAFAVI, K.E., DOWDEN, W.E., INTROCASO, J.H., LANGELAND, K. A comparison of antimicrobial effects of calcium hydroxide and iodine-potassium iodide. **J. Endod.**, Baltimore, v.11, n.10, p.454-456, Oct. 1985.
- SAFAVI, K.E., NICHOLS, F.C. Effect of calcium hydroxide on bacterial lipopolysaccharide. **J. Endod.**, Baltimore, v.19, n.2, p.76-78, Feb. 1993.
- SAFAVI, K.E., NICHOLS, F.C. Alteration of biological properties of bacterial lipopolysaccharide by calcium hydroxide treatment. **J. Endod.**, Baltimore, v.20, n.3, p.127-129, Mar. 1994.
- SAFAVI, K.E., SPANGBERG, L.S., LANGELAND, K. Root canal dentinal tubule disinfection. **J. Endod.**, Baltimore, v.16, n.5, p.207-210, May, 1990.
- SAFAVI, K., PERRY, E. The influence of mixing vehicle on antimicrobial effects of calcium hydroxide. **J. Endod.**, Baltimore, v.21, n.4, p.231, Apr. 1995.
- SCHEIN, B., SCHILDER, H. Endotoxin content in endodontically involved teeth. **J. Endod.**, Chicago, v.1, n.1, p.19-21, Jan. 1975.
- SELTZER, S., BENDER, I.B., TURKENKOPF, S. Factors affecting successful repair after root canal therapy. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v.67, n.5, p.651-662, Nov. 1963.

- SIMON, S.T., BHAT, K.S., FRANCIS, R. Effect of four vehicles on the pH of calcium hydroxide and the release of calcium ion. **Oral Surg.**, St. Louis, v.80, n.4, p.459-464, Oct. 1995.
- SJÖGREN, U., FIGDOR, D., SPANGBERG, L., SUNDQVIST, G. The antimicrobial effect of calcium hydroxide as a short-term intracanal dressing. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.24, n.3, p.119-125, May, 1991.
- SJÖGREN, U., HÄGGLUND, B., SUNDQVIST, G., WING, K. Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. **J. Endod.**, Baltimore, v.16, n.10, p.498-504, Oct. 1990.
- SOARES, I., FELIPPE, M.C., LUCENA, M. Tratamento de dentes com rizogênese incompleta. **Rev. ABO Nac.**, São Paulo, v.4, n.1, p.26-31, fev./mar. 1996.
- SOARES, I.J., MELO, L.L., FELIPPE, M.C.S. Avaliação da influência do tempo de permanência do curativo de hidróxido de cálcio no reparo de lesões periapicais. (a ser publicado)
- SOUZA, V., BERNABÉ, P.F.E., HOLLAND, R., NERY, M.J., MELLO, W., OTOBONI FILHO, J.A. Tratamento não-cirúrgico de dentes com lesões periapicais. **RBO**, Rio de Janeiro, v.46, n.2, p.39-46, mar./abr. 1989.
- STAEHLE, H.J., PIOCH, T., HOPPE, W. The alkalizing properties of calcium hydroxide compounds. **Endod. Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v.5, n.3, p.147-152, June, 1989.
- STAEHLE, H.J., SPIESS, V., HEINECKE, A., MÜLLER, H-P. Effect of root canal filling materials containing calcium hydroxide on the alkalinity of root dentin. **Endod. Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v.11, n.4, p.163-168, Aug. 1995.
- STAMOS, D.G., HAASCH, G.C., GERSTEIN, H. The pH of local anesthetic/calcium hydroxide solutions. **J. Endod.**, Baltimore, v.11, n.6, p.264-265, June, 1985.
- STECHER, P.G., FINKEL, M.J., SIEGMUND, O.H., SZAFRANSKI, B.M. **The Merck Index of Chemicals and Drugs**. 7.ed. Rahway: Merck, 1960. 1642p. p.863.

- STORMS, J.L. Factors that influence the success of endodontic treatment. **J. Can. Dent. Assoc.**, Toronto, v.35, n.2, p.83-97, Feb. 1969.
- STUART, K.G., MILLER, C.H., BROWN JR., C.E., NEWTON, C.W. The comparative antimicrobial effect of calcium hydroxide. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, St. Louis, v.72, n.1, p.101-104, July, 1991.
- TAGGER, M., TAGGER, E., KFIR, A. Release of calcium and hydroxyl ions from set endodontic sealers containing calcium hydroxide. **J. Endod.**, Baltimore, v.14, n.12, p.588-591, Dec. 1988.
- TRONSTAD, L. The use of calcium hydroxide in endodontic therapy. **J. Endod.**, Chicago, v.2, n.11, p.356-357, Nov. 1976.
- TRONSTAD, L. Root resorption - etiology, terminology and clinical manifestations. **Endod. Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v.4, n.6, p. 241-252, Dec. 1988.
- TRONSTAD, L., ANDREASEN, J.O., HASSELGREN, G., KRISTERSON, L., RIIS, I. pH changes in dental tissues after root canal filling with calcium hydroxide. **J. Endod.**, Chicago, v.7, n.1, p.17-21, Jan. 1981.
- TROPE, M., MOSHONOV, J., NISSAN, R., BUXT, P., YESILSOY, C. Short vs. long-term calcium hydroxide treatment of established inflammatory root resorption in replanted dog teeth. **Endod. Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v.11, n.3, p.124-128, June, 1995.
- VERNIEKS, A.A., MESSER, L.B. Calcium hydroxide induced healing of periapical lesions: a study of 78 non-vital teeth. **J. Br. Endod. Soc.**, London, v.11, n.2, p.61-69, July, 1978.
- VIEIRA JÚNIOR, P.H., SOARES, I.J., CURTIUS, A.J. Estudo da migração de cálcio através da dentina por espectrometria de absorção atômica. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 18., 1995, Caxambu. **Resumos...** Caxambu: Sociedade Brasileira de Química, 1995.
- WAKABAYASHI, H., MORITA, S., KOBAYASHI, K., TACHIBANA, H., MATSUMOTO, K. Effect of calcium hydroxide paste dressing on uninstrumented root canal wall. **J. Endod.**, Baltimore, v.21, n.11, p.543-545, Nov. 1995.

- WALTON, R.E. Intracanal medicaments. **Dent. Clin. North Am.**, Philadelphia v.28, n.4, p.783-796, Oct. 1984.
- WALTON, R.E., TORABINEJAD, M. **Principles and practice of endodontics.** Philadelphia: Saunders, 1989. 496p. p.218, 272.
- WANG, J.D., HUME, W.R. Diffusion of hydrogen ion and hydroxyl ion from various sources through dentine. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.21, n.1, p.17-26, Jan. 1988.
- WELZ, B. **Atomic absorption Spectrometry.** 2.ed. Weinheim: VCH, 1985. 506p. p.253.
- WU, J., BARFIELD, R.D., LEMONS, J., LACEFIELD, W., HEAVEN, T. Smear layer effect on dentin permeability following calcium hydroxide treatments. **J. Endod.**, Baltimore, v.15, n.4, p.175, Apr. 1989.
- YARED, G.M., BOU DAGHER, F.E. Influence of apical enlargement on bacterial infection during treatment of apical periodontitis. **J. Endod.**, Baltimore, v.20, n.11, p.535-537, Nov. 1994.

ANEXOS

TABELA 15 - Comparação entre as medidas de pH das amostras dos dentes canino inferior direito (CID) e incisivo superior direito (ISD)

| | CID | ISD |
|----------------|------|--------|
| Nº DE AMOSTRAS | 43 | 43 |
| MÉDIA DO pH | 8,84 | 8,57 |
| DESVIO PADRAO | 0,46 | 0,41 |
| TESTE t | 2,89 | p<0,05 |

TABELA 16 - Comparação entre as medidas de pH das amostras dos dentes canino superior direito (CSD) e incisivo inferior direito (IID)

| | CSD | IID |
|----------------|-------|--------|
| Nº DE AMOSTRAS | 43 | 43 |
| MÉDIA DO pH | 10,47 | 9,74 |
| DESVIO PADRAO | 0,69 | 0,97 |
| TESTE t | 3,99 | p<0,05 |

TABELA 17 - Comparação entre as medidas de pH das amostras dos dentes canino inferior esquerdo (CIE) e incisivo inferior esquerdo (IIE)

| | CIE | IIE |
|----------------|-------|--------|
| Nº DE AMOSTRAS | 43 | 43 |
| MÉDIA DO pH | 10,28 | 9,78 |
| DESVIO PADRAO | 1,07 | 0,75 |
| TESTE t | -2,52 | p<0,05 |

TABELA 18 - Comparação entre as medidas de pH das amostras dos dentes canino superior esquerdo (CSE) e incisivo superior esquerdo (ISE)

| | CSE | ISE |
|----------------|-------|--------|
| Nº DE AMOSTRAS | 43 | 43 |
| MÉDIA DO pH | 10,36 | 10,05 |
| DESVIO PADRAO | 0,60 | 0,73 |
| TESTE t | 2,13 | p<0,05 |

TABELA 19 - Comparação das medidas de concentração de cálcio na água em contato com os dentes canino inferior direito (CID) e incisivo superior direito (ISD)

| | CID | ISD |
|----------------|-------|--------|
| Nº DE AMOSTRAS | 43 | 43 |
| MÉDIA, µg/ml | 3,20 | 2,26 |
| DESVIO PADRAO | 1,37 | 1,12 |
| TESTE t | -3,51 | p<0,05 |

TABELA 20 - Comparação das medidas de concentração de cálcio na água em contato com os dentes canino superior direito (CSD) e incisivo inferior direito (IID)

| | CSD | IID |
|----------------|-------|--------|
| Nº DE AMOSTRAS | 43 | 43 |
| MÉDIA, µg/ml | 23,18 | 10,66 |
| DESVIO PADRAO | 15,76 | 7,55 |
| TESTE t | 4,70 | p<0,05 |

TABELA 21 - Comparação das medidas de concentração de cálcio na água em contato com os dentes canino inferior esquerdo (CIE) e incisivo inferior esquerdo (IIE)

| | CIE | IIE |
|----------------|-------|--------|
| Nº DE AMOSTRAS | 43 | 43 |
| MÉDIA, µg/ml | 25,08 | 8,89 |
| DESVIO PADRAO | 14,99 | 6,01 |
| TESTE t | 6,57 | p<0,05 |

TABELA 22 - Comparação das medidas de concentração de cálcio na água em contato com os dentes canino superior esquerdo (CSE) e incisivo superior esquerdo (ISE)

| | CSE | ISE |
|----------------|-------|-------|
| Nº DE AMOSTRAS | 43 | 43 |
| MÉDIA, µg/ml | 14,68 | 12,43 |
| DESVIO PADRAO | 6,79 | 6,58 |
| TESTE t | 1,56 | NS |

TABELA 23 - Comparação entre as medidas de pH das amostras dos dentes canino superior direito (CSD) e canino inferior esquerdo (CIE)

| | CSD | CIE |
|----------------|-------|-------|
| Nº DE AMOSTRAS | 43 | 43 |
| MÉDIA | 10,47 | 10,28 |
| DESVIO PADRAO | 0,69 | 1,07 |
| TESTE t | 0,97 | NS |

TABELA 24 - Comparação entre as medidas de pH das amostras dos dentes incisivo inferior direito (IID) e incisivo inferior esquerdo (IIE)

| | IID | IIE |
|----------------|-------|------|
| Nº DE AMOSTRAS | 43 | 43 |
| MÉDIA | 9,74 | 9,78 |
| DESVIO PADRAO | 0,97 | 0,75 |
| TESTE t | -0,19 | NS |

TABELA 25 - Comparação entre as medidas de pH das amostras dos dentes canino superior direito (CSD) e canino superior esquerdo (CSE)

| | CSD | CSE |
|----------------|-------|-------|
| Nº DE AMOSTRAS | 43 | 43 |
| MÉDIA | 10,47 | 10,36 |
| DESVIO PADRAO | 0,69 | 0,60 |
| TESTE t | 0,80 | NS |

TABELA 26 - Comparação entre as medidas de pH das amostras dos dentes incisivo inferior direito (IID) e incisivo superior esquerdo (ISE)

| | IID | ISE |
|----------------|-------|-------|
| Nº DE AMOSTRAS | 43 | 43 |
| MÉDIA | 9,74 | 10,05 |
| DESVIO PADRAO | 0,97 | 0,73 |
| TESTE t | -1,67 | NS |

TABELA 27 - Comparação das medidas de concentração de cálcio na água em contato com os dentes canino superior direito (CSD) e canino inferior esquerdo (CIE)

| | CSD | CIE |
|----------------|-------|-------|
| Nº DE AMOSTRAS | 43 | 43 |
| MÉDIA, µg/ml | 23,18 | 25,08 |
| DESVIO PADRAO | 15,76 | 14,99 |
| TESTE t | 0,57 | NS |

TABELA 28 - Comparação das medidas de concentração de cálcio na água em contato com os dentes incisivo inferior direito (IID) e incisivo inferior esquerdo (IIE)

| | IID | IIE |
|----------------|-------|------|
| Nº DE AMOSTRAS | 43 | 43 |
| MÉDIA, µg/ml | 10,66 | 8,89 |
| DESVIO PADRAO | 7,55 | 6,01 |
| TESTE t | 1,20 | NS |

TABELA 29 - Comparação das medidas de concentração de cálcio na água em contato com os dentes canino superior direito (CSD) e canino superior esquerdo (CSE)

| | CSD | CSE |
|----------------|-------|--------|
| Nº DE AMOSTRAS | 43 | 43 |
| MÉDIA, µg/ml | 23,18 | 14,68 |
| DESVIO PADRAO | 15,76 | 6,79 |
| TESTE t | 3,25 | p<0,05 |

TABELA 30 - Comparação das medidas de concentração de cálcio na água em contato com os dentes incisivo inferior direito (IID) e incisivo superior esquerdo (ISE)

| | IID | ISE |
|----------------|-------|-------|
| Nº DE AMOSTRAS | 43 | 43 |
| MÉDIA, µg/ml | 10,66 | 12,43 |
| DESVIO PADRAO | 7,55 | 6,58 |
| TESTE t | -1,16 | NS |

TABELA 31 - Comparação entre as medidas de pH das amostras dos dentes canino superior direito (CSD) e canino inferior direito (CID)

| | CSD | CID |
|----------------|-------|--------|
| Nº DE AMOSTRAS | 43 | 43 |
| MÉDIA | 10,47 | 8,84 |
| DESVIO PADRAO | 0,69 | 0,46 |
| TESTE t | 12,83 | p<0,05 |

TABELA 32 - Comparação entre as medidas de pH das amostras dos dentes incisivo inferior direito (IID) e incisivo superior direito (ISD)

| | IID | ISD |
|----------------|------|--------|
| Nº DE AMOSTRAS | 43 | 43 |
| MÉDIA | 9,74 | 8,57 |
| DESVIO PADRAO | 0,97 | 0,41 |
| TESTE t | 7,29 | p<0,05 |

TABELA 33 - Comparação entre as medidas de pH das amostras dos dentes canino inferior esquerdo (CIE) e canino inferior direito (CID)

| | CIE | CID |
|----------------|-------|--------|
| Nº DE AMOSTRAS | 43 | 43 |
| MÉDIA | 10,28 | 8,84 |
| DESVIO PADRAO | 1,07 | 0,46 |
| TESTE t | 8,09 | p<0,05 |

TABELA 34 - Comparação entre as medidas de pH das amostras dos dentes incisivo inferior esquerdo (IIE) e incisivo superior direito (ISD)

| | IIE | ISD |
|----------------|------|--------|
| Nº DE AMOSTRAS | 43 | 43 |
| MÉDIA | 9,78 | 8,57 |
| DESVIO PADRAO | 0,75 | 0,41 |
| TESTE t | 9,29 | p<0,05 |

TABELA 35 - Comparação entre as medidas de pH das amostras dos dentes canino superior esquerdo (CSE) e canino inferior direito (CID)

| | CSE | CID |
|----------------|-------|--------|
| Nº DE AMOSTRAS | 43 | 43 |
| MÉDIA | 10,36 | 8,84 |
| DESVIO PADRAO | 0,60 | 0,46 |
| TESTE t | 13,12 | p<0,05 |

TABELA 36 - Comparação entre as medidas de pH das amostras dos dentes incisivo superior esquerdo (ISE) e incisivo superior direito (ISD)

| | ISE | ISD |
|----------------|-------|--------|
| Nº DE AMOSTRAS | 43 | 43 |
| MÉDIA | 10,05 | 8,57 |
| DESVIO PADRAO | 0,73 | 0,41 |
| TESTE t | 11,68 | p<0,05 |

TABELA 37 - Comparação entre as medidas de pH das amostras de água e do CID

| | ÁGUA | CID |
|----------------|-------|--------|
| Nº DE AMOSTRAS | 43 | 43 |
| MÉDIA | 8,51 | 8,84 |
| DESVIO PADRAO | 0,26 | 0,46 |
| TESTE t | -4,11 | p<0,05 |

TABELA 38 - Comparação entre as medidas de pH das amostras de água e do ISD

| | ÁGUA | ISD |
|----------------|-------|------|
| Nº DE AMOSTRAS | 43 | 43 |
| MÉDIA | 8,51 | 8,57 |
| DESVIO PADRAO | 0,26 | 0,41 |
| TESTE t | -0,82 | NS |

TABELA 39 - Comparação das medidas de concentração de cálcio na água em contato com os dentes canino superior direito (CSD) e canino inferior direito (CID)

| | CSD | CID |
|----------------|-------|--------|
| Nº DE AMOSTRAS | 43 | 43 |
| MÉDIA, µg/ml | 23,18 | 3,20 |
| DESVIO PADRAO | 15,76 | 1,37 |
| TESTE t | 8,28 | p<0,05 |

TABELA 40 - Comparação das medidas de concentração de cálcio na água em contato com os dentes incisivo inferior direito (IID) e incisivo superior direito (ISD)

| | IID | ISD |
|----------------|-------|--------|
| Nº DE AMOSTRAS | 43 | 43 |
| MÉDIA, µg/ml | 10,66 | 2,26 |
| DESVIO PADRAO | 7,55 | 1,12 |
| TESTE t | 7,22 | p<0,05 |

TABELA 41 - Comparação das medidas de concentração de cálcio na água em contato com os dentes canino inferior esquerdo (CIE) e canino inferior direito (CID)

| | CIE | CID |
|----------------|-------|--------|
| Nº DE AMOSTRAS | 43 | 43 |
| MÉDIA, µg/ml | 25,08 | 3,20 |
| DESVIO PADRAO | 14,99 | 1,37 |
| TESTE t | 9,53 | p<0,05 |

TABELA 42 - Comparação das medidas de concentração de cálcio na água em contato com os dentes incisivo inferior esquerdo (IIE) e incisivo superior direito (ISD)

| | IIE | ISD |
|----------------|------|--------|
| Nº DE AMOSTRAS | 43 | 43 |
| MÉDIA, µg/ml | 8,89 | 2,26 |
| DESVIO PADRAO | 6,01 | 1,12 |
| TESTE t | 7,12 | p<0,05 |

TABELA 43 - Comparação das medidas de concentração de cálcio na água em contato com os dentes canino superior esquerdo (CSE) e canino inferior direito (CID)

| | CSE | CID |
|----------------|-------|--------|
| Nº DE AMOSTRAS | 43 | 43 |
| MÉDIA, µg/ml | 14,68 | 3,20 |
| DESVIO PADRAO | 6,79 | 1,37 |
| TESTE t | 10,87 | p<0,05 |

TABELA 44 - Comparação das medidas de concentração de cálcio na água em contato com os dentes incisivo superior esquerdo (ISE) e incisivo superior direito (ISD)

| | ISE | ISD |
|----------------|-------|--------|
| Nº DE AMOSTRAS | 43 | 43 |
| MÉDIA, µg/ml | 12,43 | 2,26 |
| DESVIO PADRAO | 6,58 | 1,12 |
| TESTE t | 10,00 | p<0,05 |

TAB. 45 - Coeficiente de correlação entre as medidas de pH e de concentração de cálcio nas amostras de cada dente.

| GRUPO | DENTE | R |
|-------|-------|------|
| 1 | CSD | 0,80 |
| 1 | IID | 0,61 |
| 2 | CIE | 0,62 |
| 2 | IIE | 0,86 |
| 3 | CSE | 0,67 |
| 3 | ISE | 0,71 |
| 4 | CID | 0,21 |
| 4 | ISD | 0,14 |

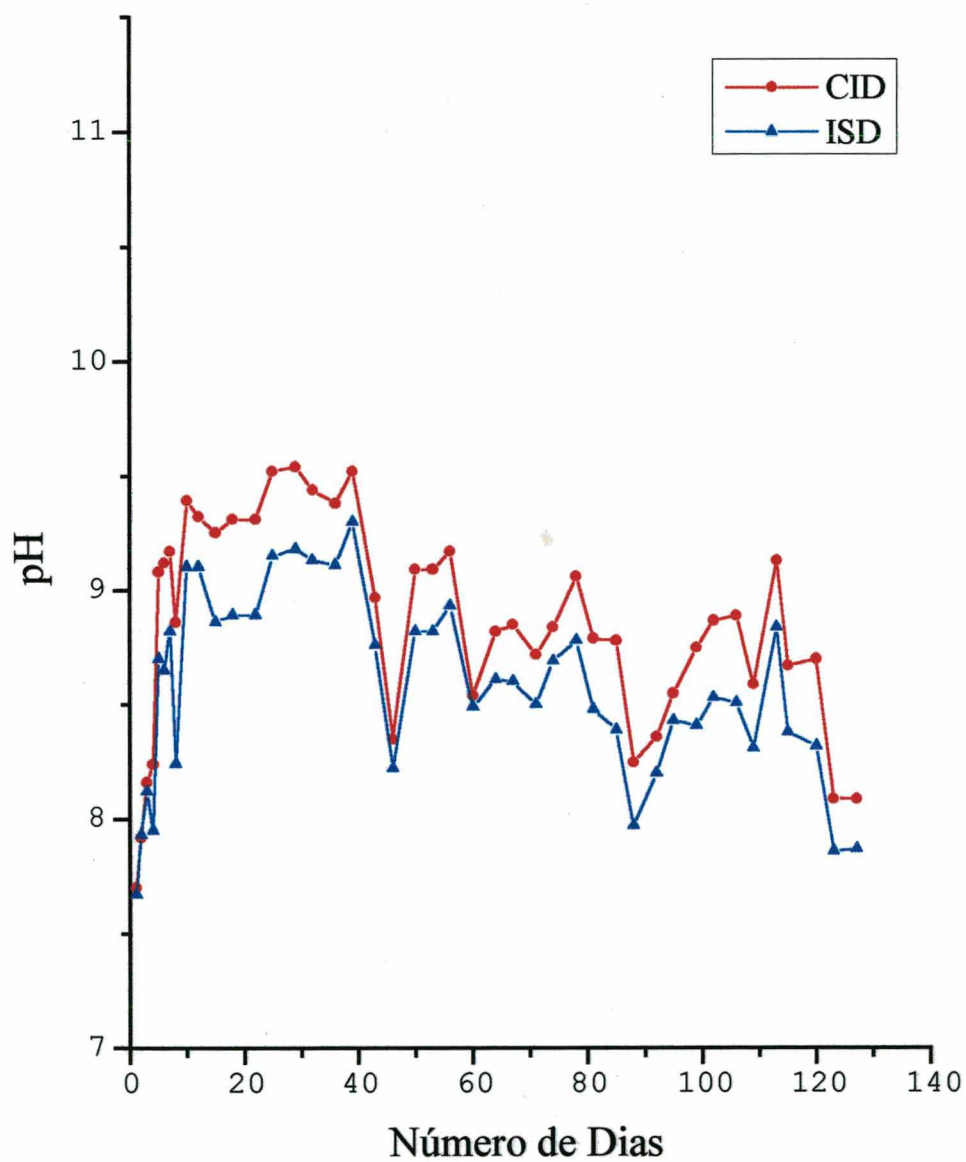


GRÁFICO 1 - Ilustrativo das medidas de pH das amostras dos dentes do Grupo 4 (dentes vazios).

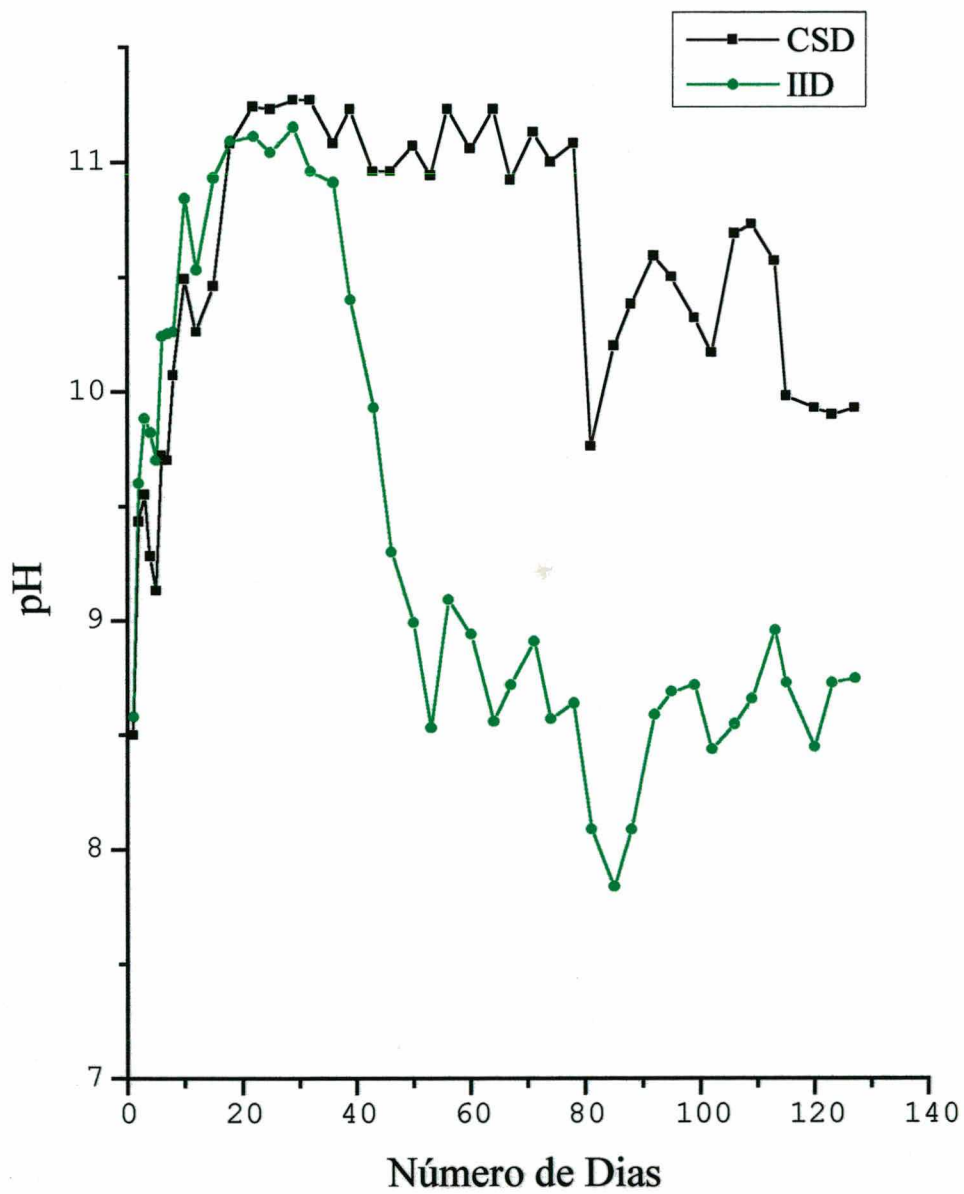


GRÁFICO 2 - Ilustrativo das medidas de pH das amostras dos dentes do Grupo 1.

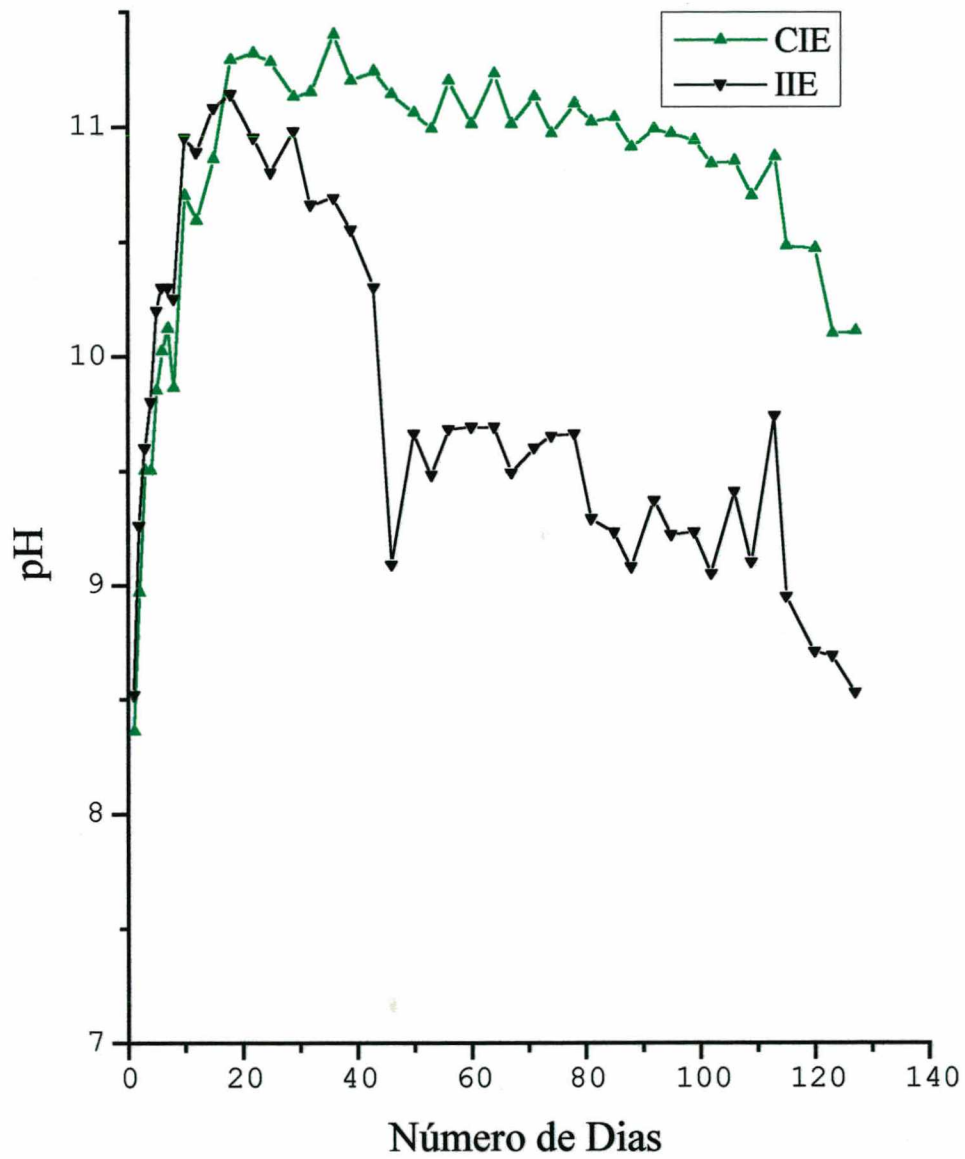


GRÁFICO 3 - Ilustrativo das medidas de pH das amostras dos dentes do Grupo 2.

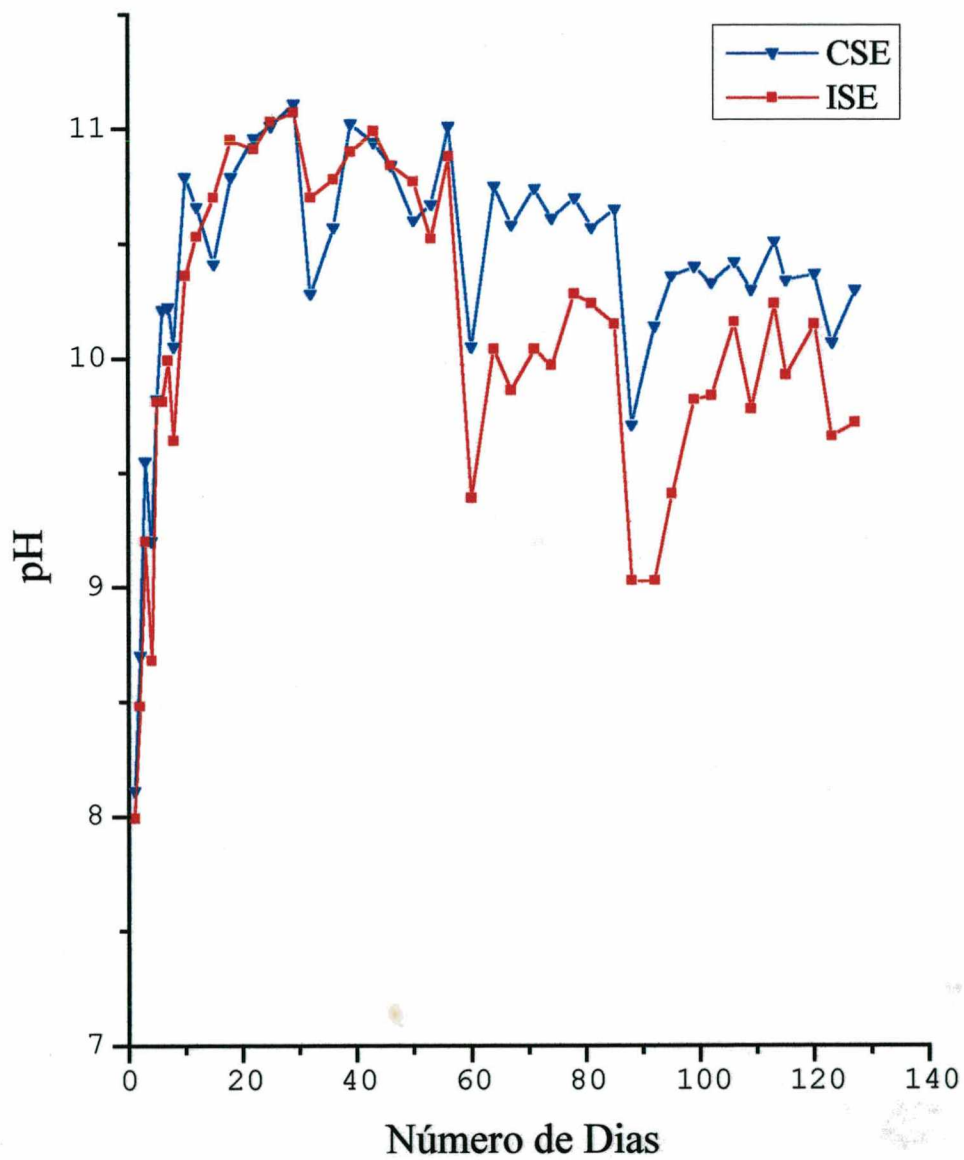


GRÁFICO 4 - Ilustrativo das medidas de pH das amostras dos dentes do Grupo 3.

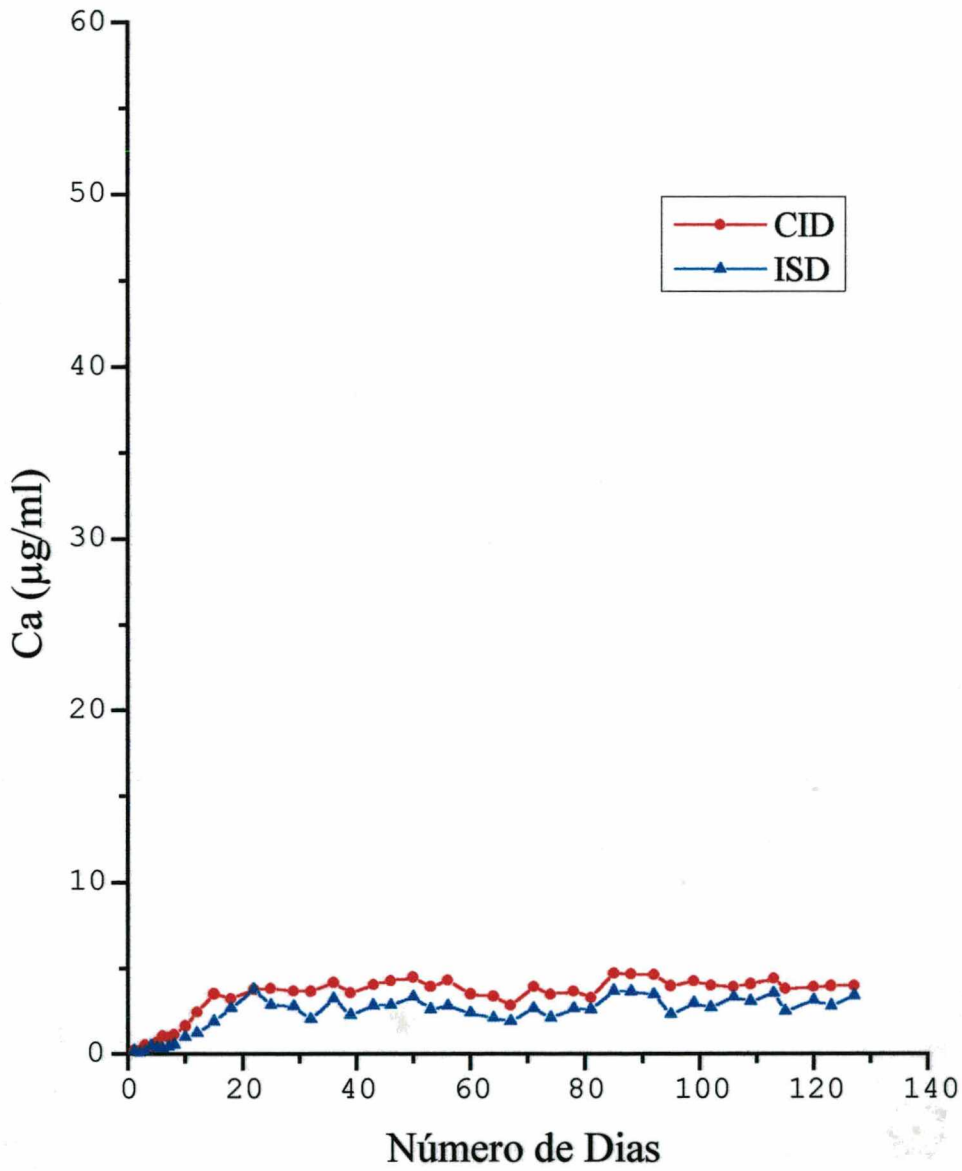


GRÁFICO 5 - Ilustrativo das medidas de concentração de íons cálcio nas amostras dos dentes do Grupo 4 (dentes vazios).

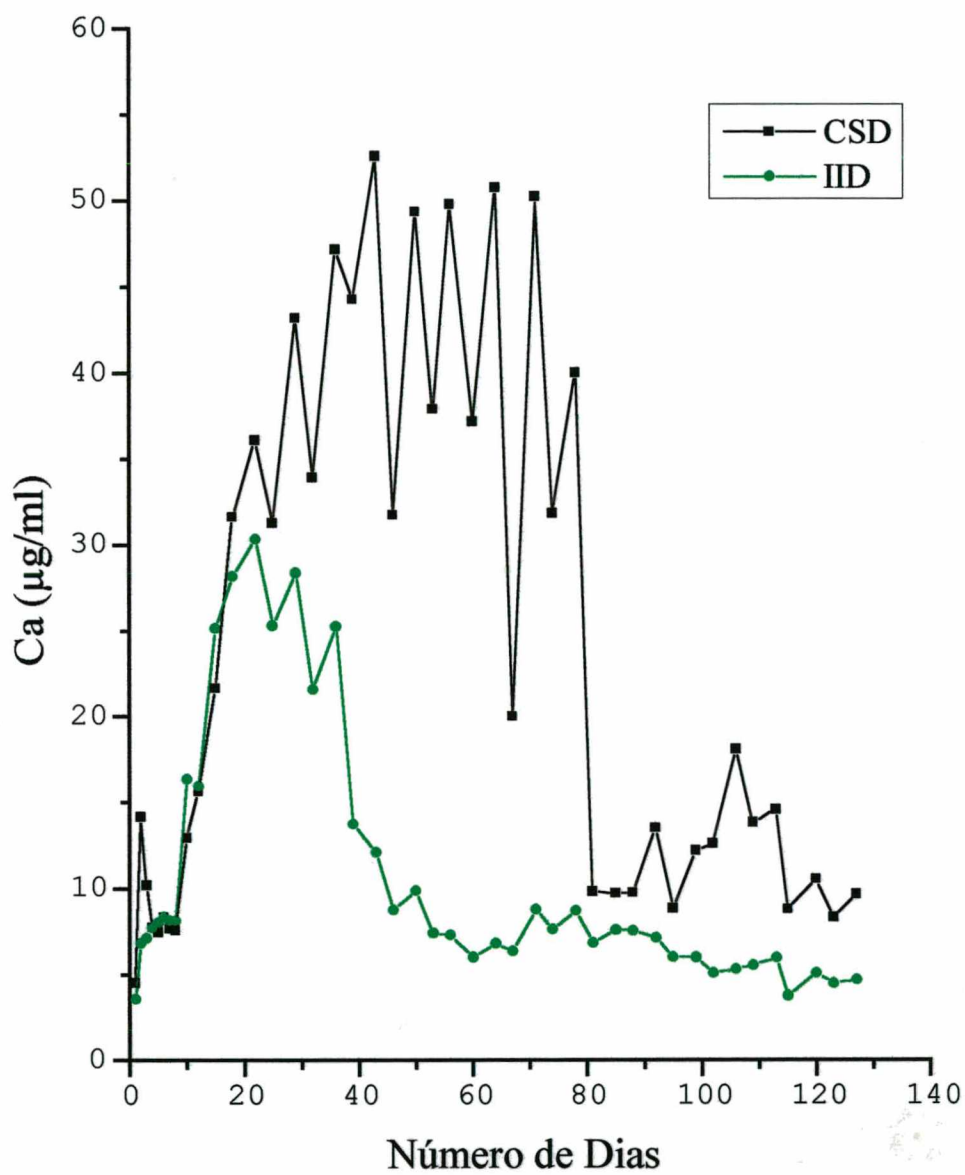


GRÁFICO 6 - Ilustrativo das medidas de concentração de íons cálcio nas amostras dos dentes do Grupo 1.

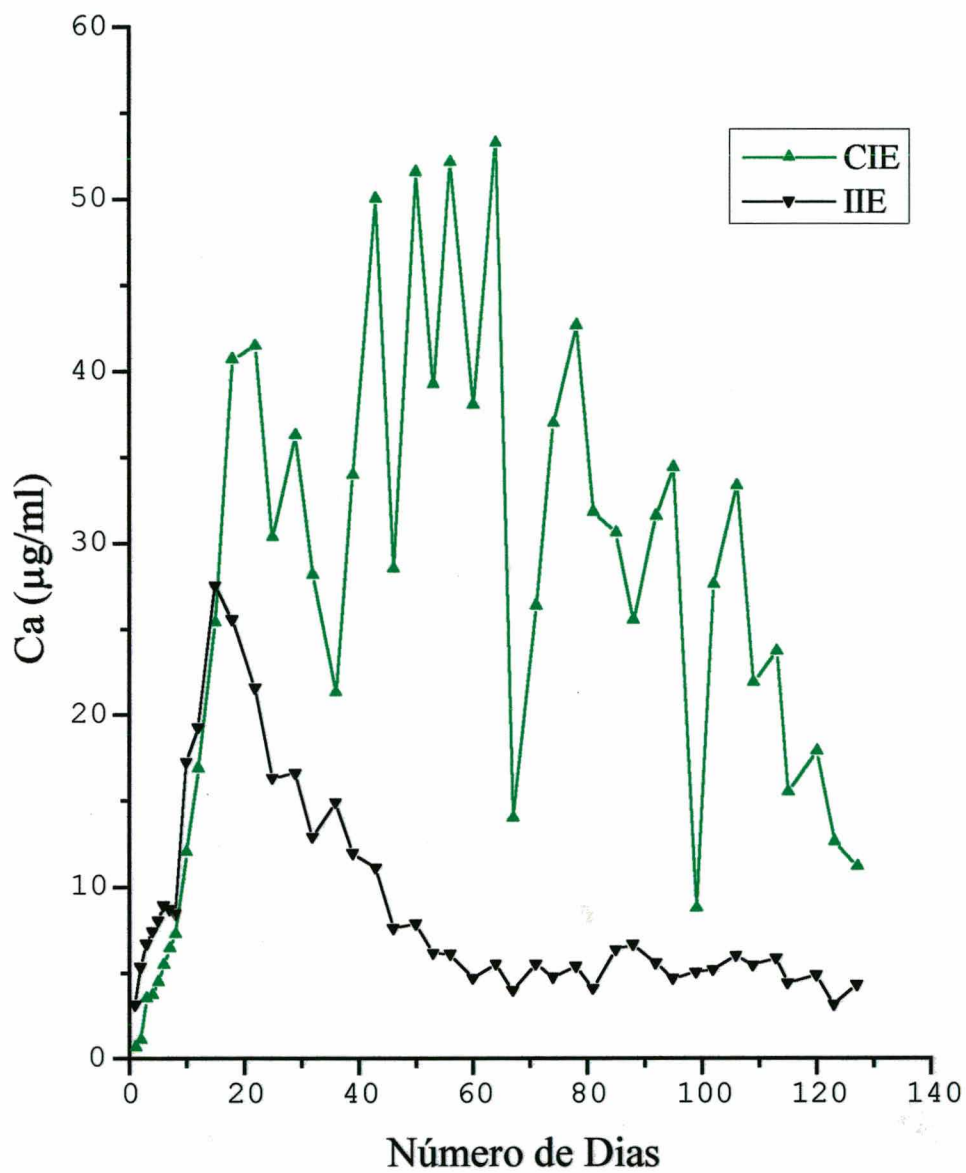


GRÁFICO 7 - Ilustrativo das medidas de concentração de íons cálcio nas amostras dos dentes do Grupo 2.

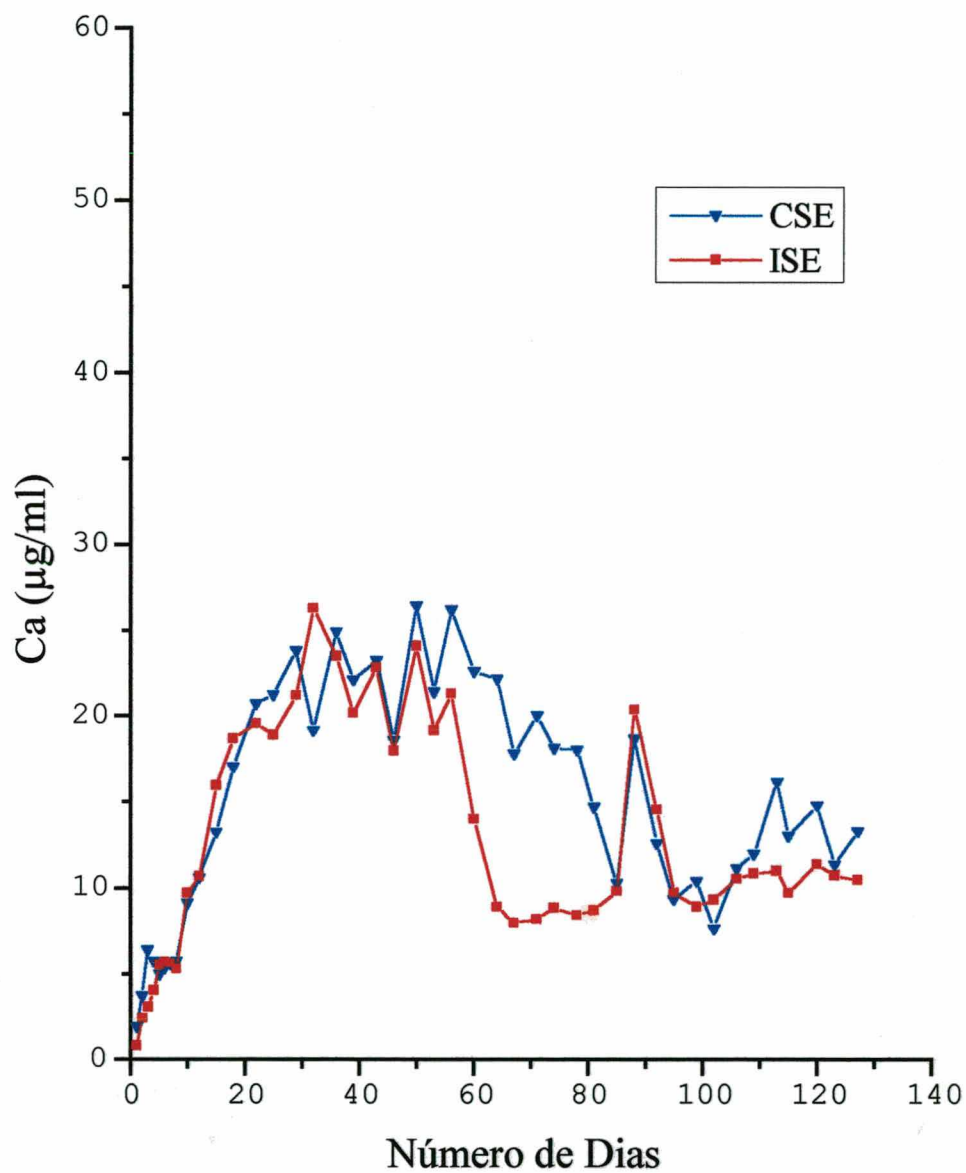


GRÁFICO 8 - Ilustrativo das medidas de concentração de íons cálcio nas amostras dos dentes do Grupo 3.

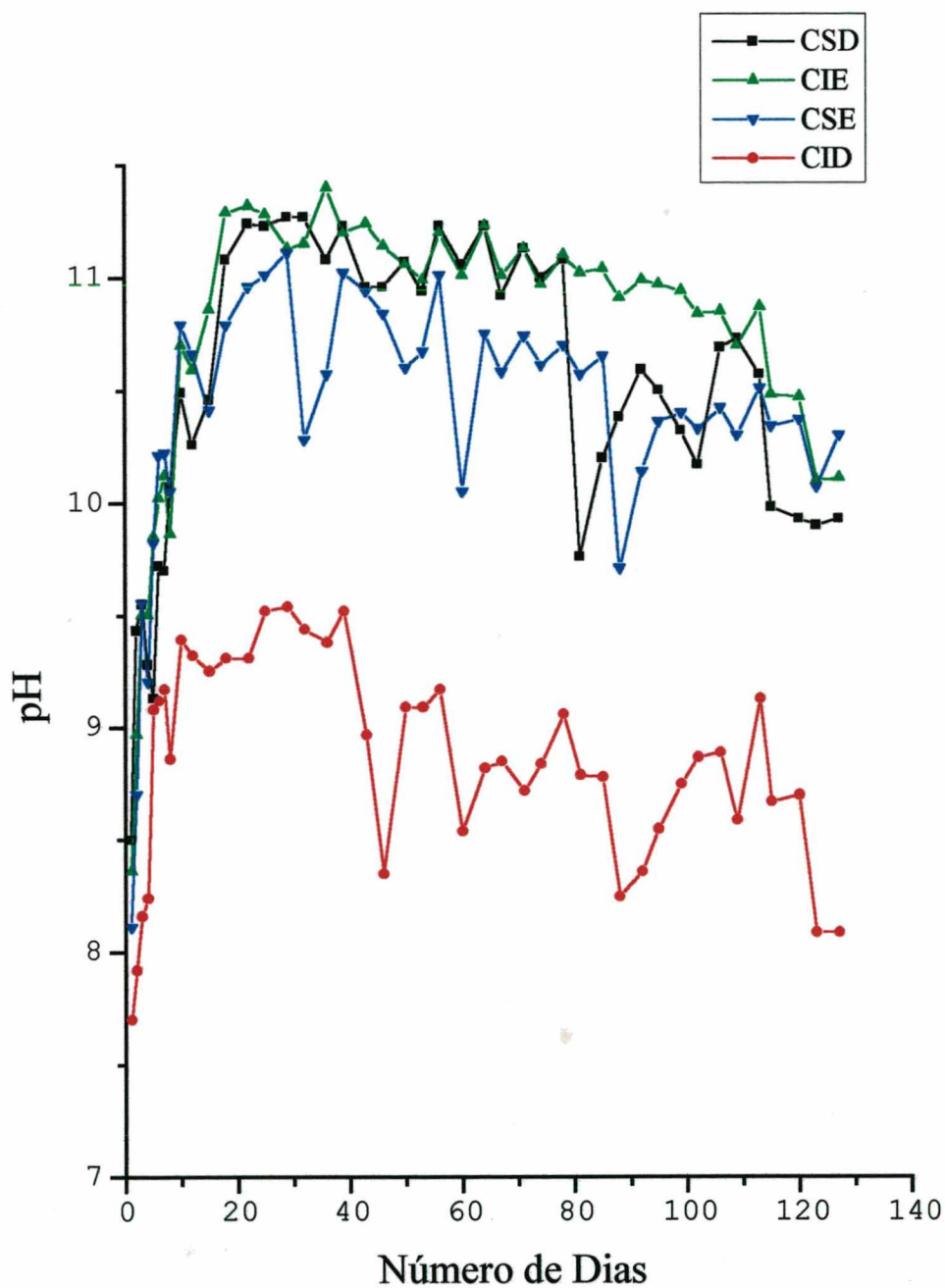


GRÁFICO 9 - Ilustrativo das medidas de pH das amostras dos caninos dos Grupos 1 (CSD), 2 (CIE), 3 (CSE) e 4 (CID).

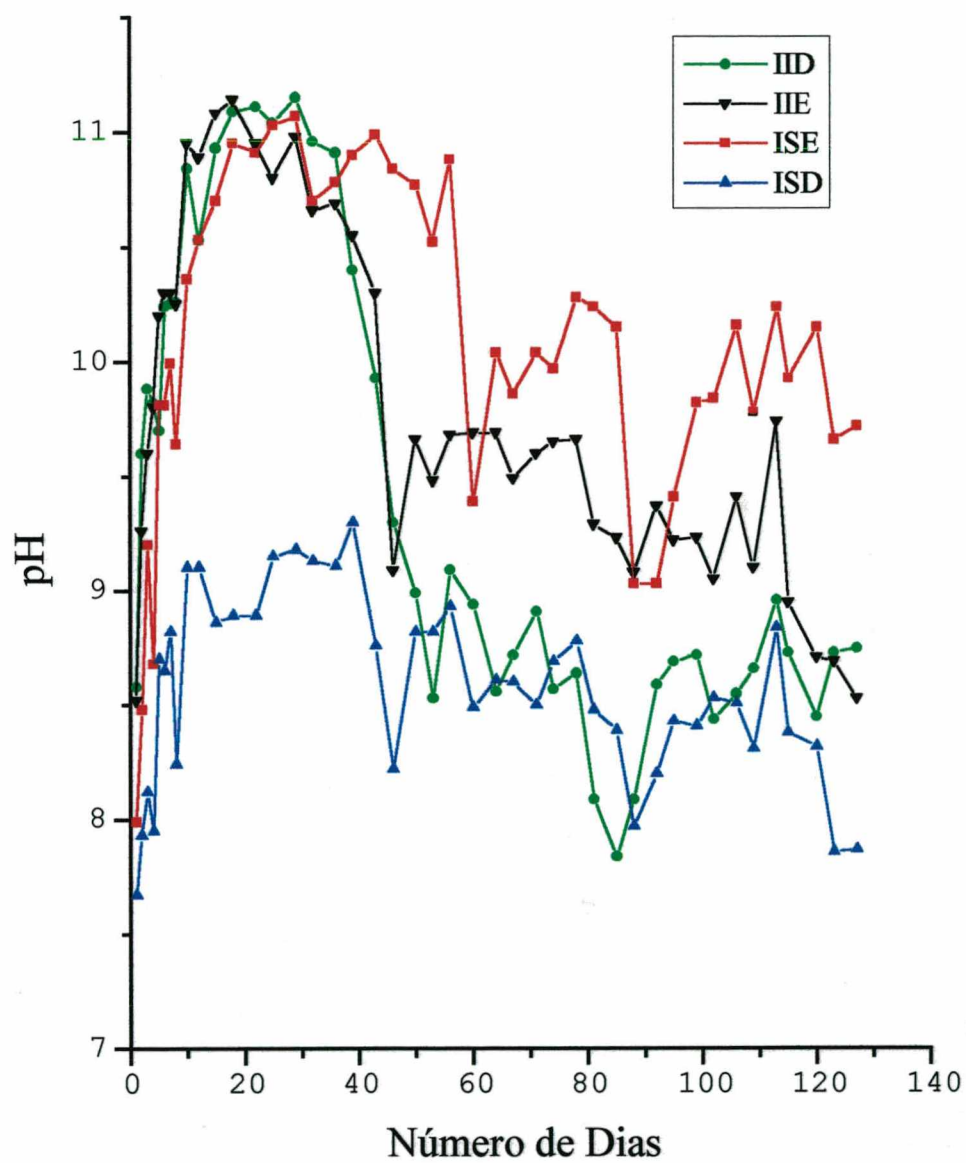


GRÁFICO 10 - Ilustrativo das medidas de pH das amostras dos incisivos dos Grupos 1 (IID), 2 (IIE), 3 (ISE) e 4 (ISD).

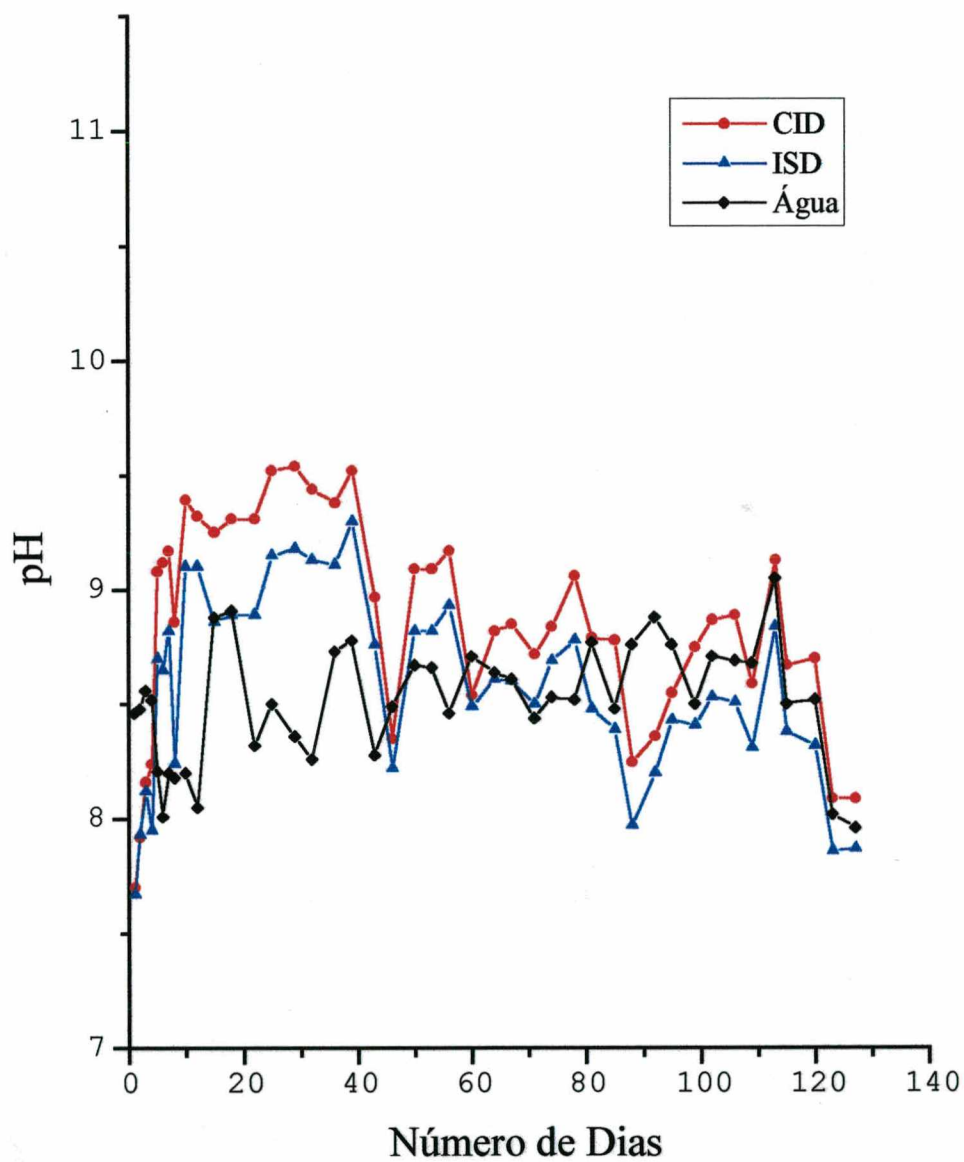


GRÁFICO 11 - Ilustrativo das medidas de pH das amostras dos dentes do Grupo 4 (dentes vazios) e das de água.

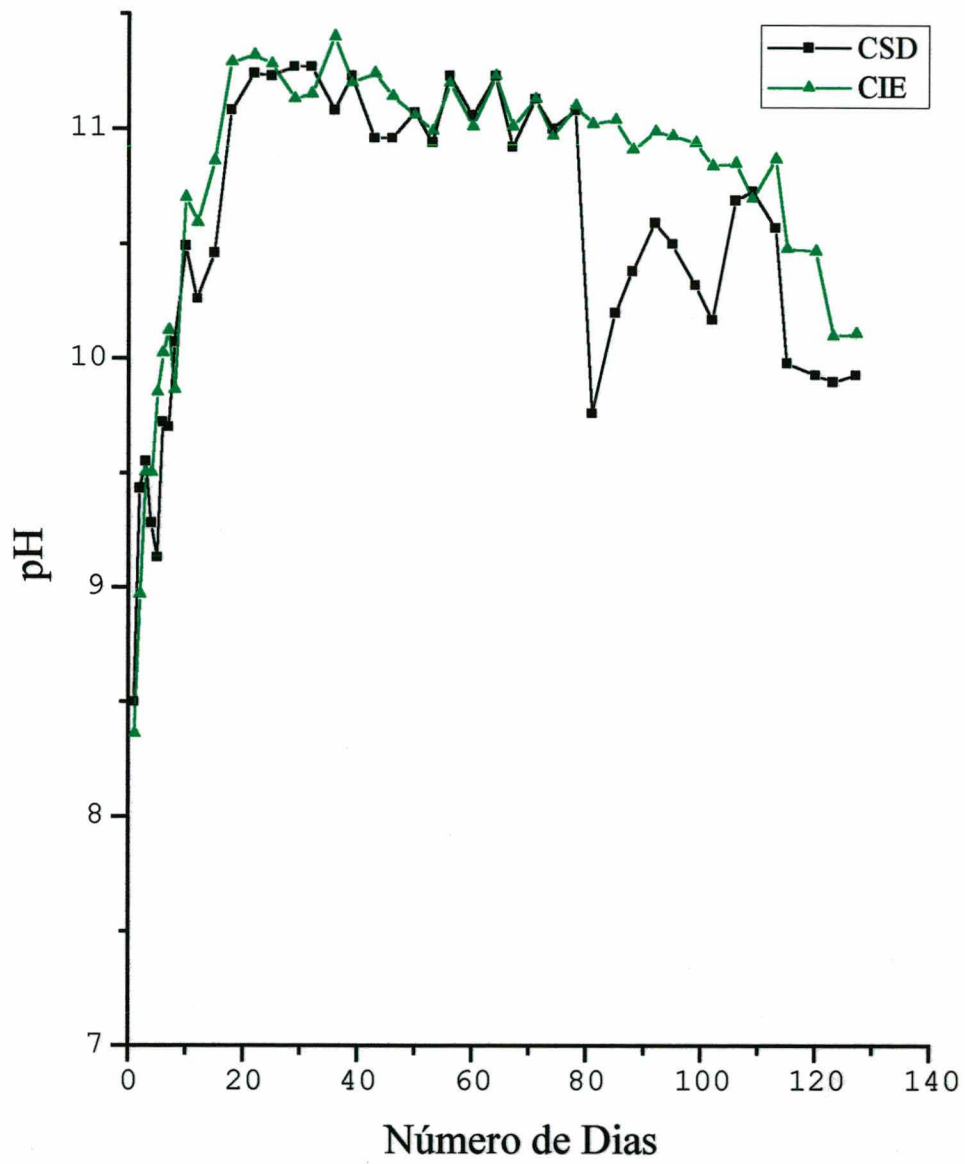


GRÁFICO 12 - Ilustrativo das medidas de pH das amostras dos caninos dos Grupos 1 (CSD) e 2 (CIE).

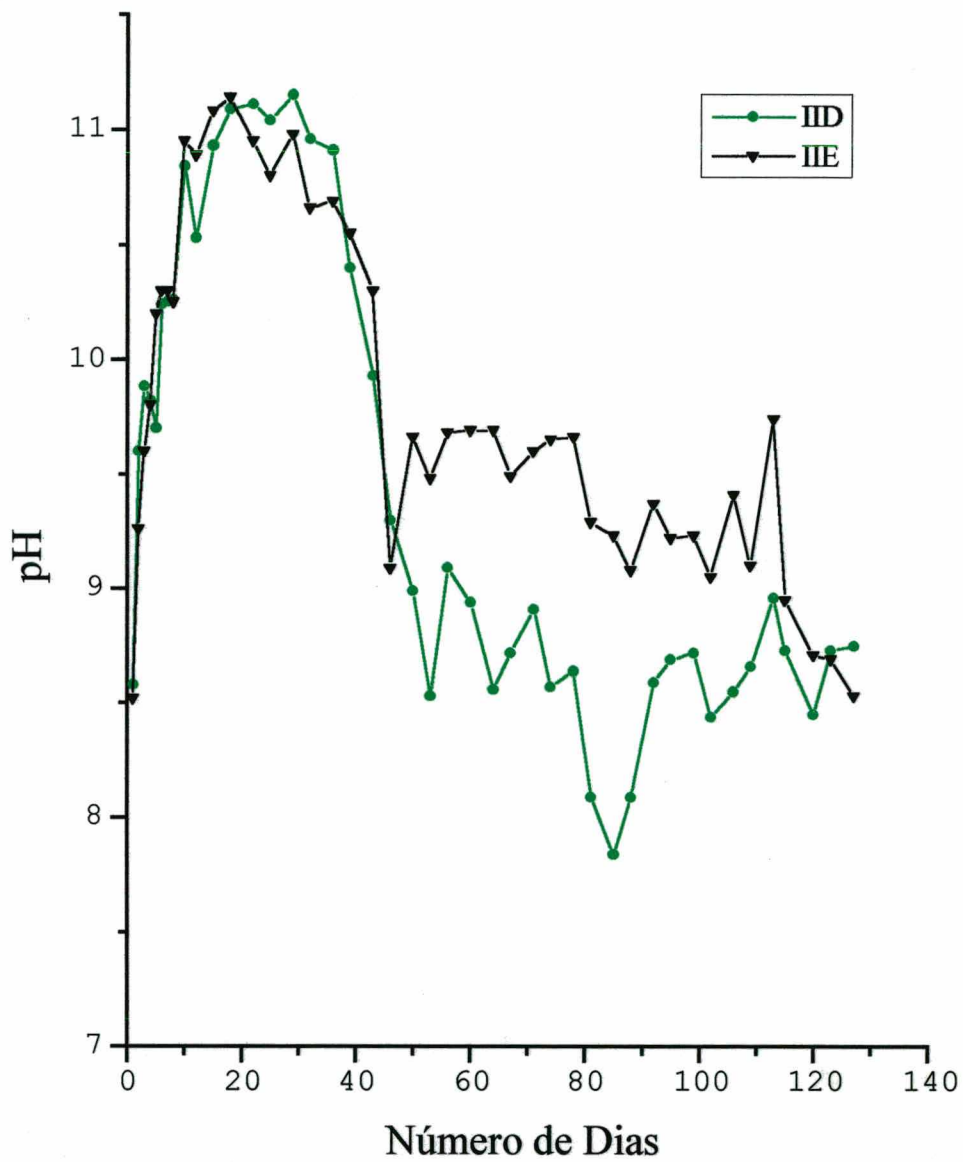


GRÁFICO 13 - Ilustrativo das medidas de pH das amostras dos incisivos dos Grupos 1 (IID) e 2 (IIE).

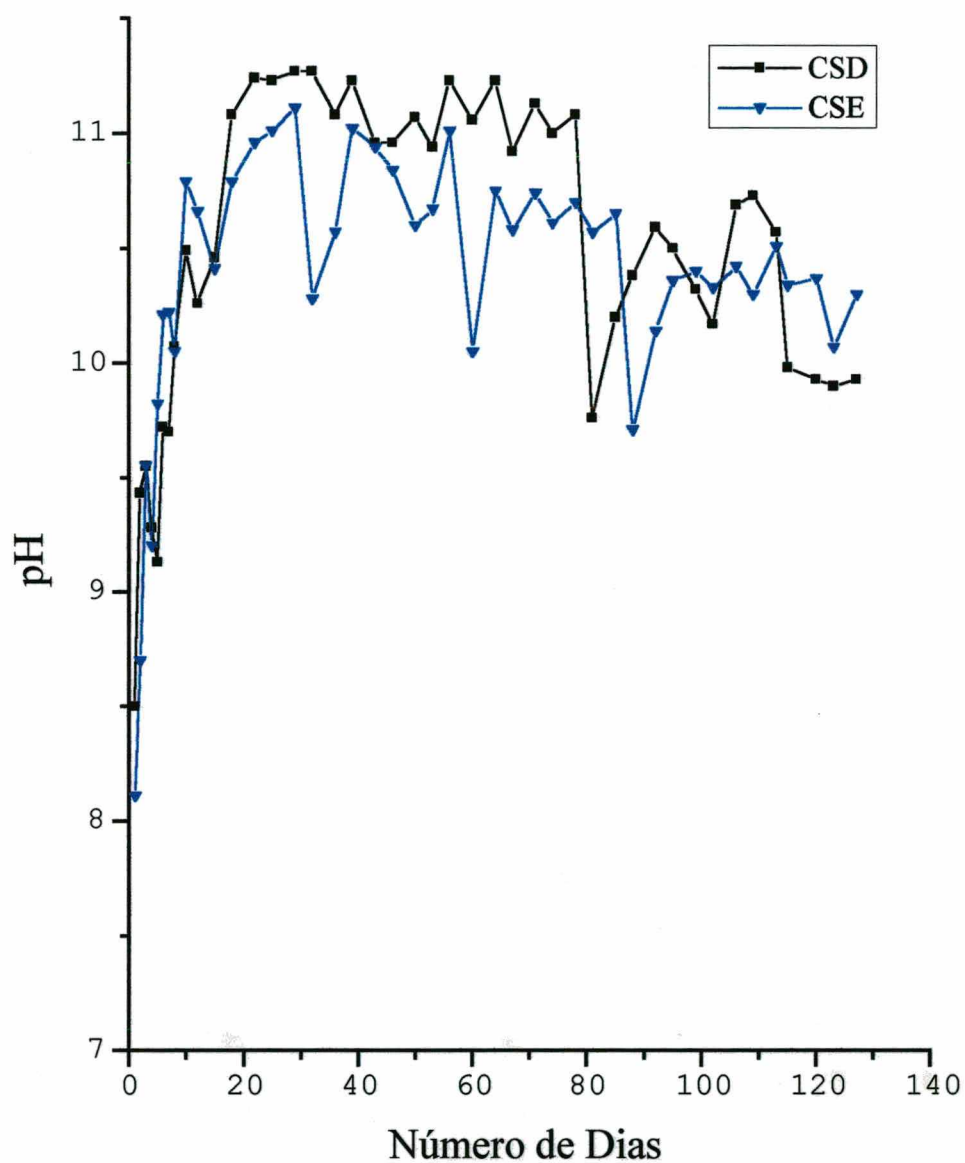


GRÁFICO 14 - Ilustrativo das medidas de pH das amostras dos caninos dos Grupos 1 (CSD) e 3 (CSE).

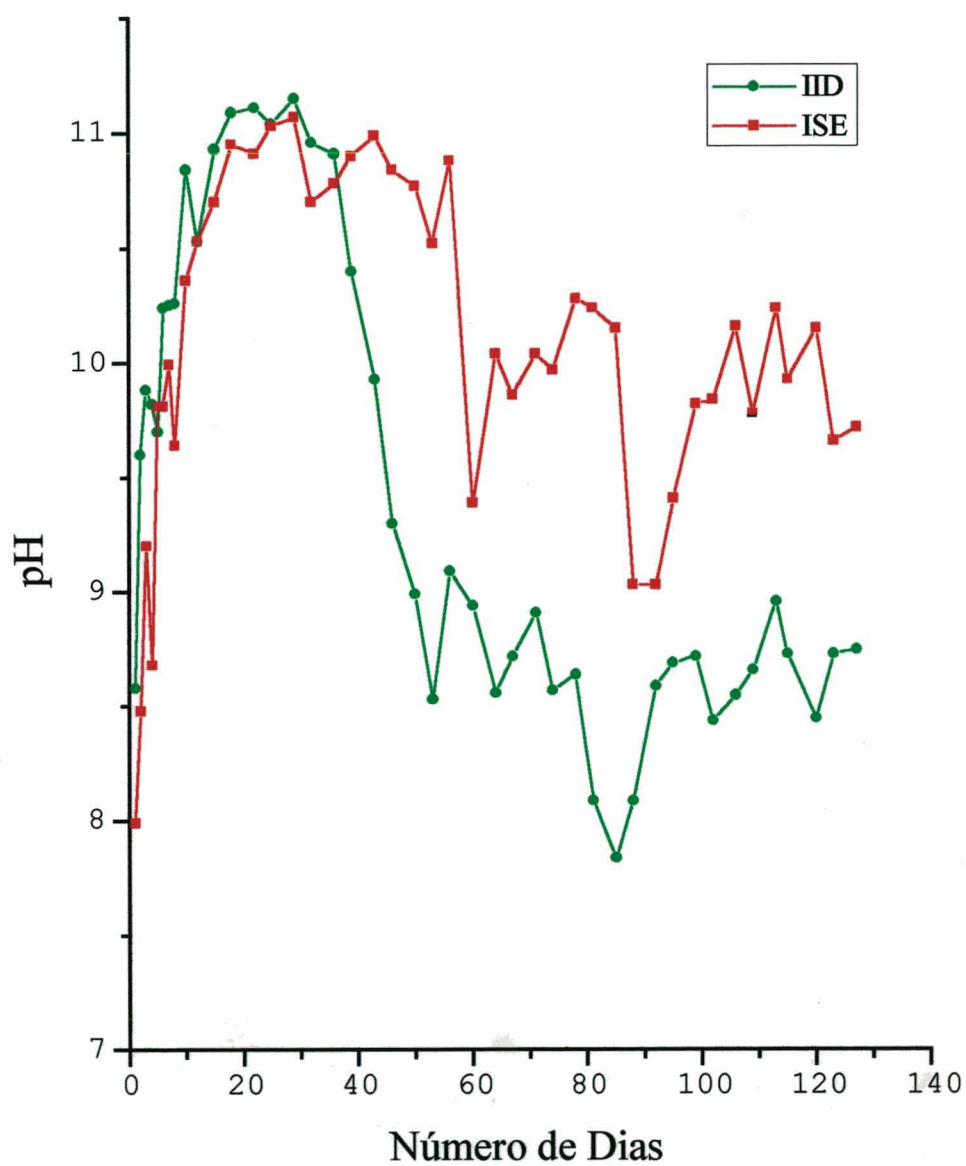


GRÁFICO 15 - Ilustrativo das medidas de pH das amostras dos incisivos dos Grupos 1 (IID) e 3 (ISE).

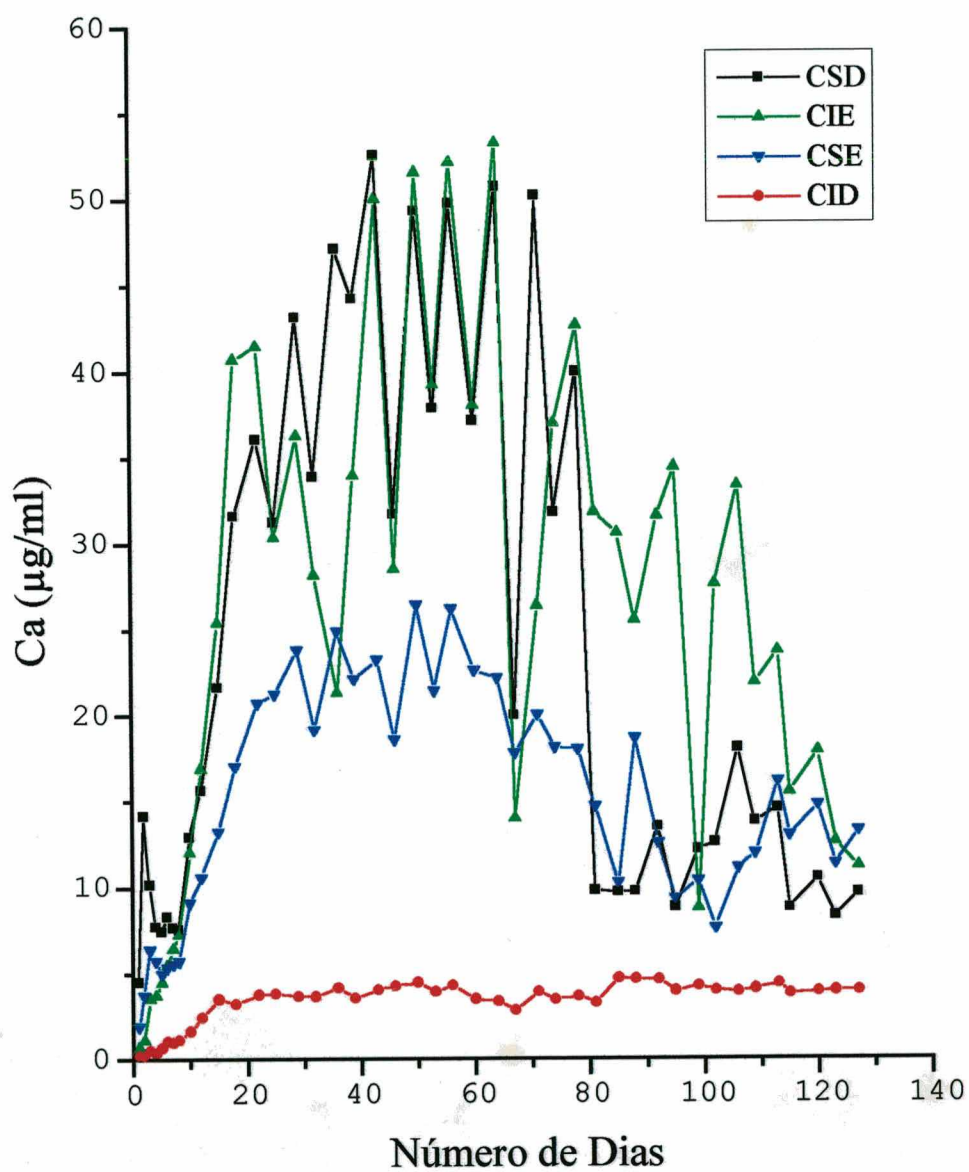


GRÁFICO 16 - Ilustrativo das medidas de concentração de íons cálcio nas amostras dos caninos dos Grupos 1 (CSD), 2 (CIE), 3 (CSE) e 4 (CID).

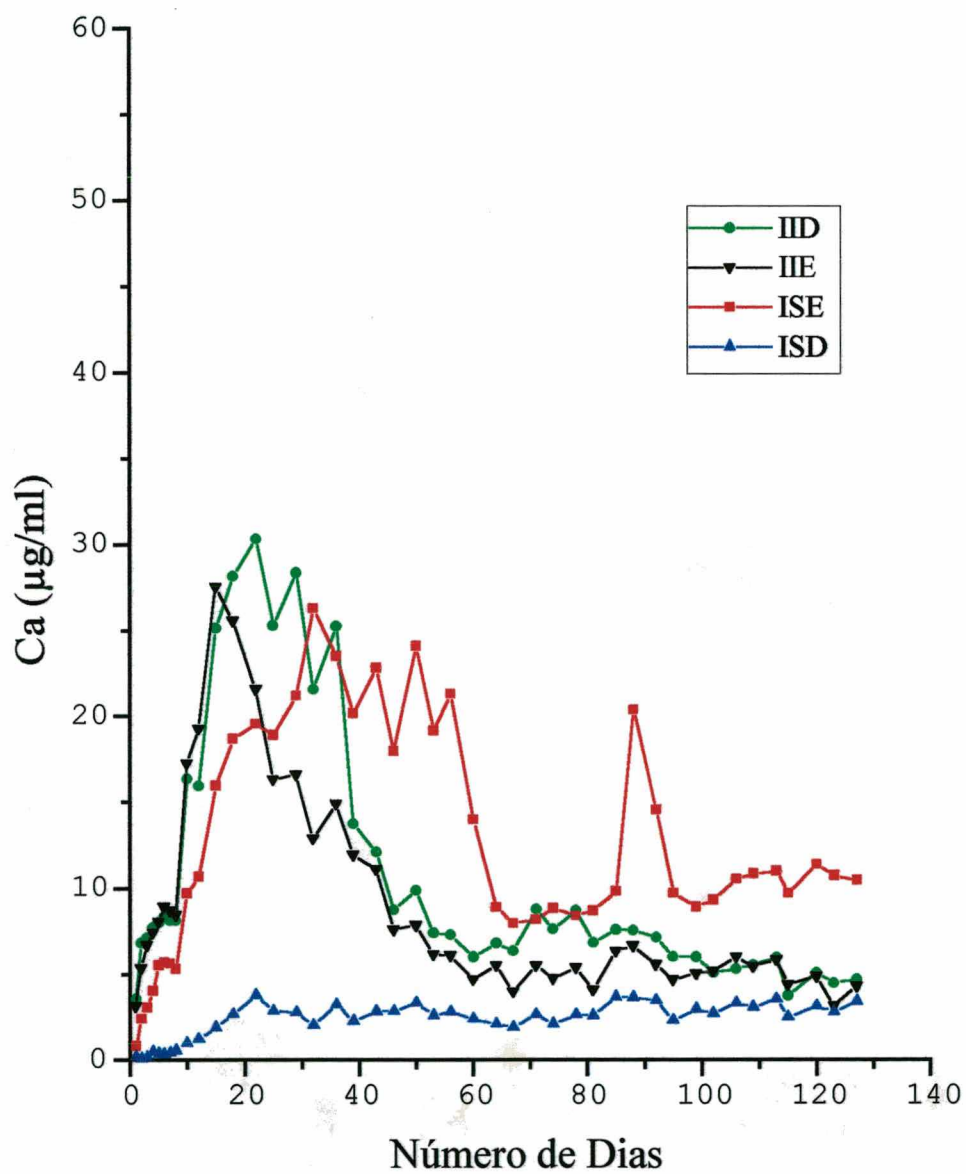


GRÁFICO 17 - Ilustrativo das medidas de concentração de íons cálcio nas amostras dos incisivos dos Grupos 1 (IID), 2 (IIE), 3 (ISE) e 4 (ISD).

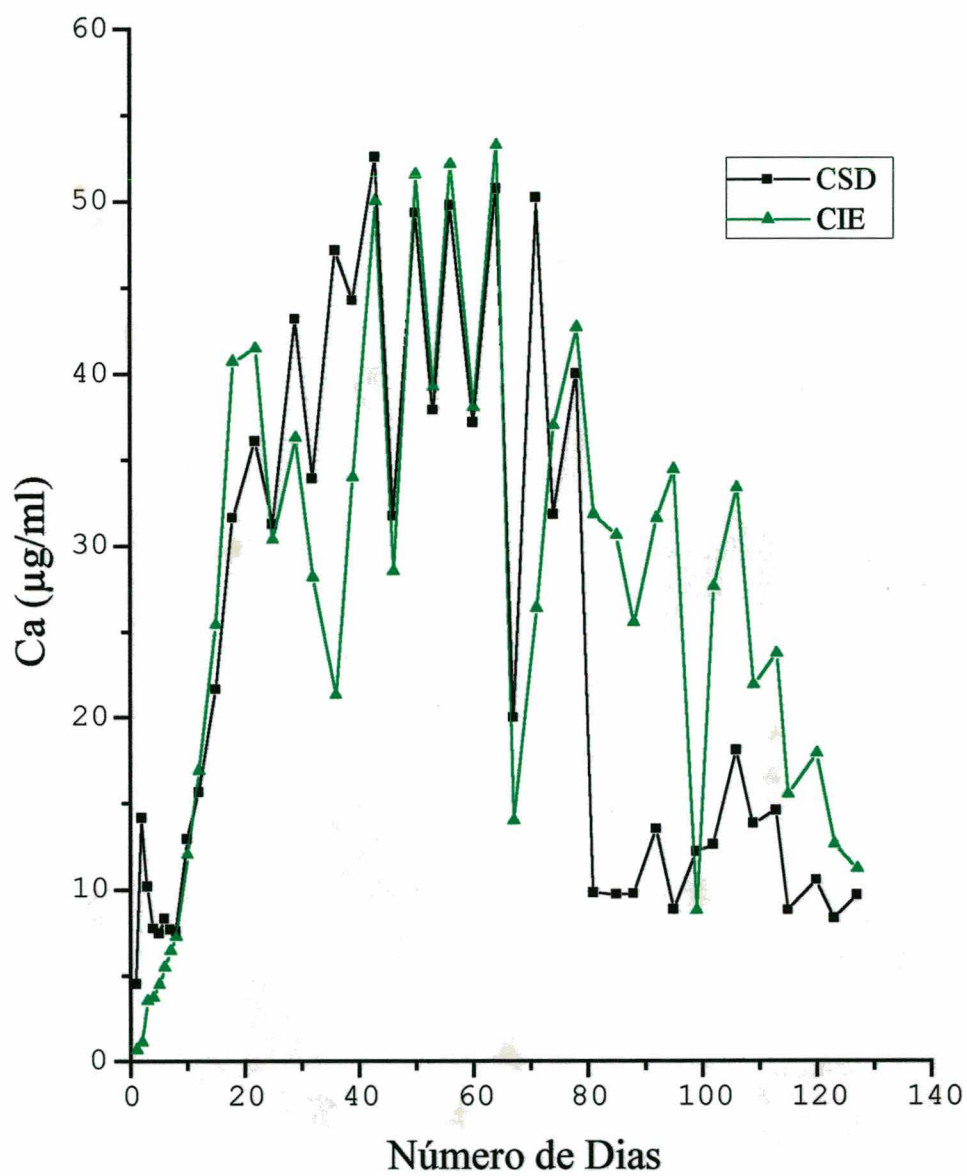


GRÁFICO 18 - Ilustrativo das medidas de concentração de íons cálcio nas amostras dos caninos dos Grupos 1 (CSD) e 2 (CIE).

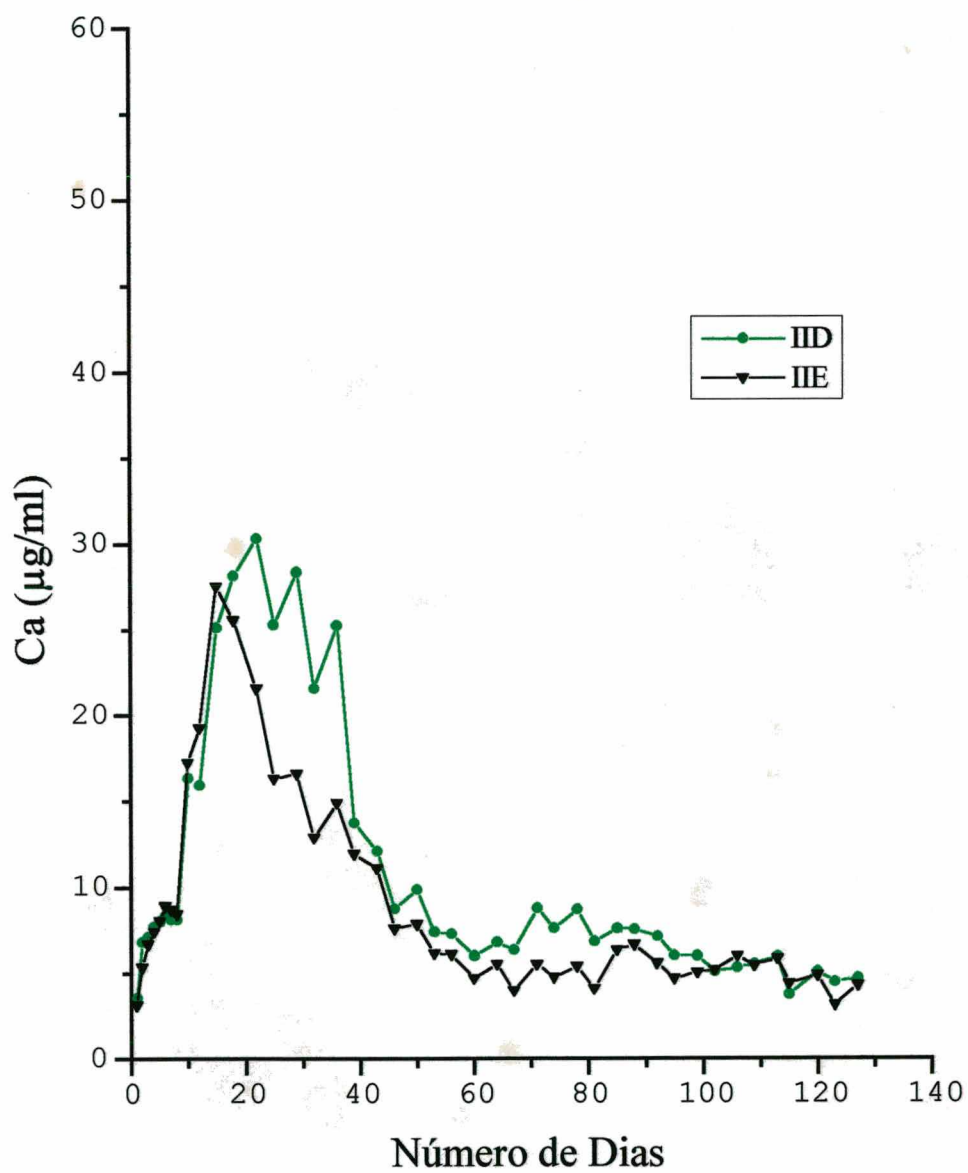


GRÁFICO 19 - Ilustrativo das medidas de concentração de íons cálcio nas amostras dos incisivos dos Grupos 1 (IID) e 2 (IIE).

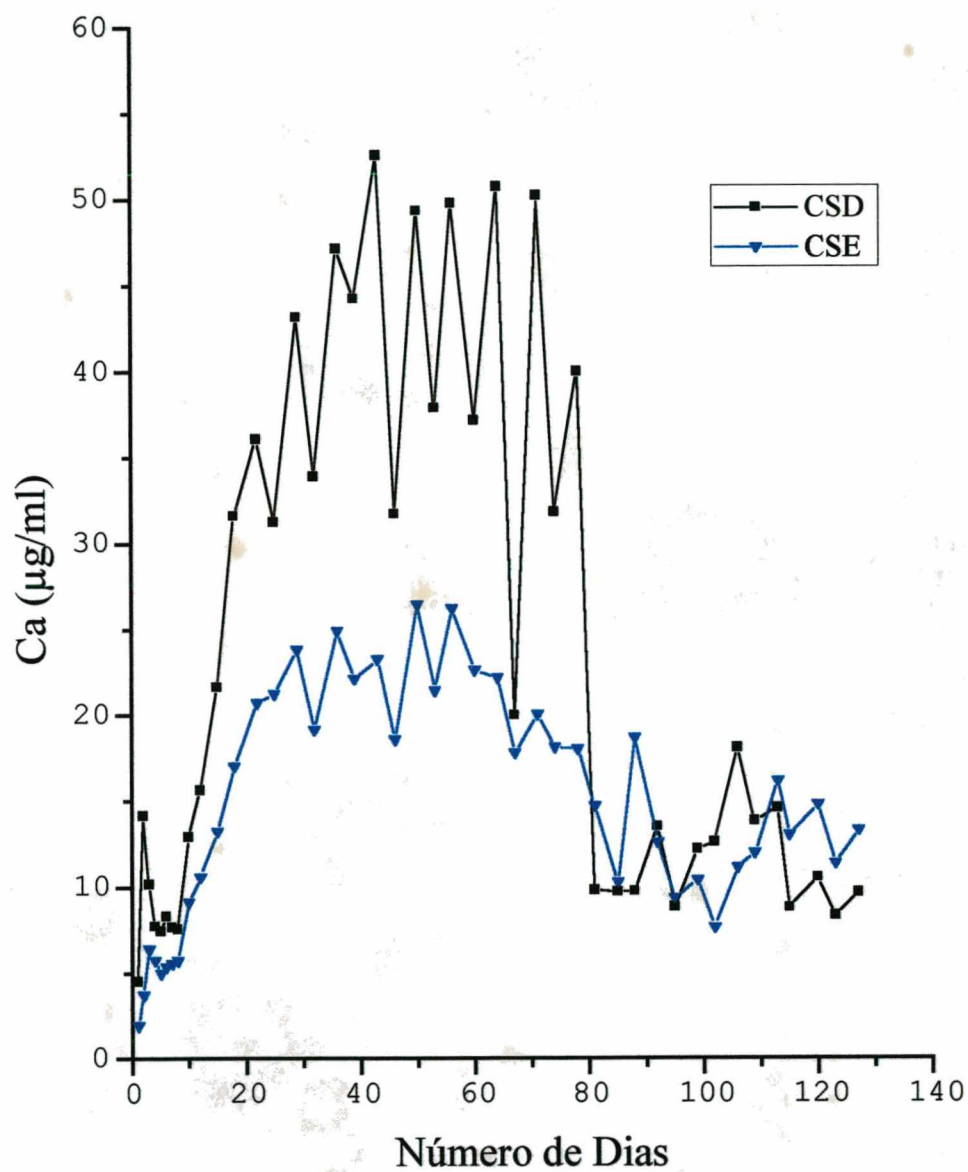


GRÁFICO 20 - Ilustrativo das medidas de concentração de íons cálcio nas amostras dos caninos dos Grupos 1 (CSD) e 3 (CSE).

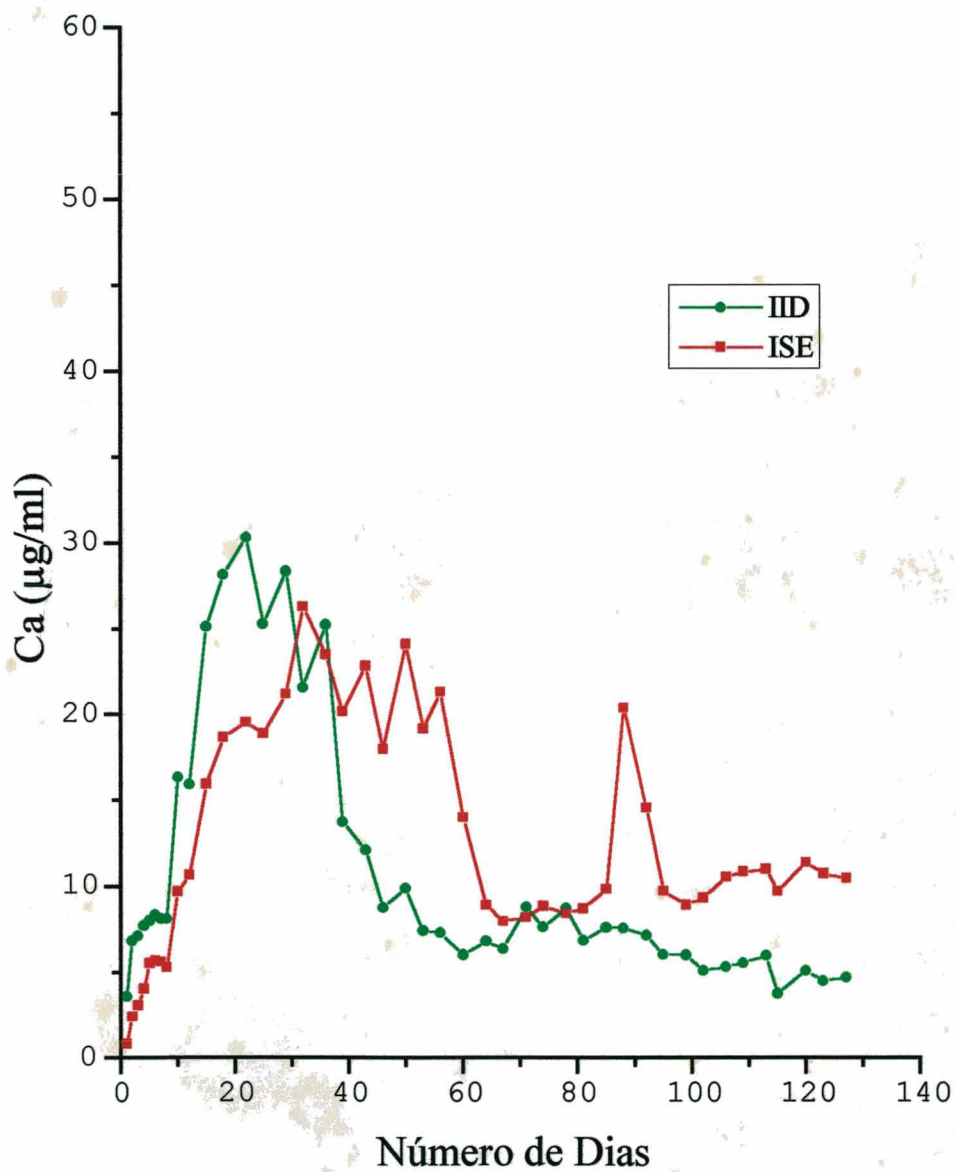


GRÁFICO 21 - Ilustrativo das medidas de concentração de íons cálcio nas amostras dos incisivos dos Grupos 1 (IID) e 3 (ISE).