

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
NÍVEL MESTRADO  
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO CLÍNICA ODONTOLÓGICA  
ÊNFASE EM ODONTOPEDIATRIA

**AVALIAÇÃO CLÍNICA E  
LABORATORIAL DA DENTINA  
DE DENTES DECÍDUOS  
APÓS REMOÇÃO PARCIAL  
DE TECIDO CARIADO**

**Renata Franzon**

Porto Alegre, Agosto de 2007.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA  
NÍVEL MESTRADO  
CLÍNICA ODONTOLÓGICA - ÊNFASE EM ODONTOPEDIATRIA**

Linha de Pesquisa:

**Biomateriais e Técnicas Terapêuticas em Odontologia**

**AVALIAÇÃO CLÍNICA E LABORATORIAL DA  
DENTINA DE DENTES DECÍDUOS APÓS  
REMOÇÃO PARCIAL DE TECIDO CARIADO**

**Renata Franzon**

Orientador:

Prof. Dr. Fernando Borba de Araujo

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Nível Mestrado, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como pré-requisito final para a obtenção do título de mestre em Clínica Odontológica, ênfase em Odontopediatria.

Porto Alegre, Agosto de 2007.

“Aprender é a única coisa de que a mente  
Nunca se cansa,  
Nunca tem medo e  
Nunca se arrepende”

Leonardo DA Vinci

DEDICATÓRIA

---

Aos meus pais, *Nilza e Hibraino*, pela incondicional dedicação e apoio em todos os momentos e decisões da minha vida; pelo amor, educação, pelo incentivo ao estudo e ao crescimento pessoal e profissional e por saber que sempre posso contar com vocês;

À minha irmã, *Raquel*, por participar de cada momento da minha vida, mesmo morando longe; pelo carinho e incentivo e pelo ombro amigo sempre pronto para me escutar;

Ao meu cunhado, *Roberto*, pelo apoio e por tornar mais alegres todos os nossos encontros em família;

Ao *Edu*, por ser extremamente compreensivo e companheiro em todos os momentos. Obrigada pelo carinho, pelo teu equilíbrio e por me apoiar sempre;

Dedico esse trabalho

## AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

---

Ao meu orientador, Prof. Dr. *Fernando Borba de Araujo*, por me receber de portas abertas, por acreditar e confiar em mim; pela orientação do trabalho, pelo exemplo de profissionalismo e dedicação. Obrigada por se preocupar com a minha formação e o meu futuro.

À amiga *Angela Wyse*, que me acolheu em seu laboratório no primeiro semestre da faculdade e, desde então, se tornou muito mais do que uma professora, uma amiga e irmã. Obrigada pelo exemplo de pesquisadora e batalhadora que és, por participar da minha formação, pelos conselhos pessoais e profissionais e por torcer pelo meu futuro.

À colega *Juliana J Marchi*, grande amiga desde o internato, muito obrigada pela ajuda na confecção do projeto e no desenvolvimento da metodologia, assim como na obtenção da amostra. Obrigada, também, pelas risadas, pelo companheirismo e por se tornar uma grande amiga.

Às minhas queridas colegas de mestrado, *Letícia W Bento*, *Márcia Gomes* e *Sheila N Salle*, por dividir as tarefas, os pacientes, as alegrias e as angústias, pelas discussões científicas, mas obrigada principalmente pela amizade e pelo carinho construídos.

À Prof<sup>a</sup>. e amiga *Carla Pitoni*, por estar sempre disponível para as discussões científicas. Obrigada pela tua disponibilidade em discutir e em desenvolver a metodologia do trabalho e pela criteriosa análise dos resultados.

À colega e amiga *Adriela Mariath*, obrigada pelos ensinamentos, pela disponibilidade em me ajudar e pelas críticas ao trabalho. Adri, és um exemplo de dedicação e de profissional.

À amiga *Bárbara Tagliari*, por ser extremamente companheira e fazer parte de inúmeros momentos de alegria durante o mestrado. Obrigada por estar ao meu lado quando precisei, pelas festas, pelas risadas, pelos passeios ou, simplesmente, por saber que posso contar contigo.

À Prof<sup>a</sup>. *Juliana Sarmiento Barata*, pelo incentivo. Saibas que tenho grande admiração pelo teu caráter e determinação.

Ao colega e amigo *Luciano Casagrande*, por tornar alegre o ambiente de trabalho, pelos trabalhos compartilhados, pela amizade e por estar presente mesmo à distância.

Às amigas *Lívia Baratojo e Marília Ferreira*, grandes companheiras durante o curso, obrigada pelo incentivo e pelos bons momentos compartilhados.

Ao Prof. e amigo *Ângelo Manfro*, pelos conhecimentos de endodontia e por tornar as sextas-feiras à tarde ainda mais agradáveis com sua alegre presença.

À Prof<sup>a</sup>. *Ana Elisa L Bressani*, pelo incentivo e pelos ensinamentos durante o curso.

Ao Prof. *Adriano Boza*, pelo conhecimento em ortodontia e pelo auxílio nas clínicas de sexta-feira.

Às colegas do curso de especialização 2004-2006: *Ana Paula Reckziegel, Camila Ciocari, Candice Buchfink, Fernanda Mendes, Fernanda Murussi, Fernanda Scarton, Isabel Siqueira e Mariana Vizzoto*; e às colegas do curso 2007-2009: *Camila Magalhães, Carolina Meletti, Caroline Silva, Cristiane Pozzobon, Daniele Lindemann, Martha Roos, Patrícia Luz, Paula Silveira, Rejane França, Vivian Ferreira*, obrigada pelo incentivo e pelo agradável convívio.

Às Prof<sup>as</sup>. *Letícia Grando Mattuella e Giovana Cezar Dutra*, pelo incentivo, pela torcida e pelos ensinamentos.

Aos amigos do Laboratório de Erros Inatos do Metabolismo da Bioquímica, *Alexandra, Francieli, Siomara, Emílio, Emilene, Cristiane, Caren, Daniela e Débora*, por me ensinarem a rotina de laboratório, pela amizade, pelos congressos e pelos momentos agradáveis que passamos juntos.

Aos amigos *Cláudia Fisher, Marcelo Frejman e Patrícia Ferreira* pelo carinho, incentivo e amizade.

Às colegas do internato, *Lisiane Bernardi, Évelin de Resende Lucas, Índira Hadi e Liliana Copês*, pelas ajudas na clínica, pela força e torcida para que tudo desse certo.

À Prof<sup>a</sup>. *Viviane Zis Araujo*, pela torcida e incentivo e pelas conversas durante as clínicas de sexta-feira.

Ao Prof. *Jorge Michel*, pelos ensinamentos e bom senso passados na clínica da graduação e pela torcida.

Ao Laboratório de Materiais Cerâmicos (LACER) da Faculdade de Engenharia da UFRGS e ao Prof. Dr. *Carlos Pérez Bergmann*, por ceder o espaço e os equipamentos para preparação das amostras.

Ao colega *Hugo Alves*, pela disponibilidade de seu tempo em ensinar a utilização dos equipamentos no LACER.

Ao colega *Frederico*, pela ajuda na realização dos cortes dos dentes.

À amiga *Mirian de Waele Sochouis de Marsillac*, pela atenção e dedicação em me ensinar a usar o microdurômetro.

Às queridas secretárias e amigas, *Julcelaine e Ana Cláudia*, pela disponibilidade em ajudar, pelas divertidas conversas e pela amizade.

A *Capes*, por conceder bolsa de estudos nos últimos seis meses do curso.

À *coordenação, professores e funcionários* do Programa de Pós-graduação da FO-UFRGS.

A todos os colegas de mestrado e doutorado, especialmente à *Karina Podestá, Daniela Souza, Eduardo Gaio, Fabrício Collares, Henrique Azambuja, Jéssica Munaretto, Luciana Malheiros, Marcius Wagner, Tiago Fiorini, Vanessa Barreto, Sabrina Moure e Camila Braga*, obrigada pelos bons momentos compartilhados durante o curso, pelas conversas, pelas festas...

Aos meus *familiares e amigos*, que participaram e tornaram esses dois anos especiais. Obrigada pela compreensão quando não pude estar presente, pelo incentivo, amizade e bom humor.



**SUMÁRIO**

---

<b>LISTA DE ABREVIATURAS.....</b>	<b>10</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>11</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>12</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>1.1 Introdução.....</b>	<b>13</b>
<b>1.2 Características histopatológicas da lesão de cárie em dentina.....</b>	<b>13</b>
<b>1.3 Reação do complexo dentino-pulpar ao processo cariioso.....</b>	<b>14</b>
<b>1.4 Características micro-mecânicas da dentina de dentes decíduos</b>	<b>16</b>
<b>1.5 Remoção Parcial de Tecido Cariado em dentes decíduos.....</b>	<b>17</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>22</b>
<b>3. ARTIGO 1.....</b>	<b>23</b>
<b>4. ARTIGO 2.....</b>	<b>28</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>42</b>
<b>6. CONCLUSÕES.....</b>	<b>43</b>
<b>7. PERSPECTIVAS.....</b>	<b>44</b>
<b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>45</b>
<b>9. ANEXOS.....</b>	<b>49</b>

**LISTA DE ABREVIATURAS**

---

**ARTm** - tratamento restaurador atraumático modificado

**CIV** - cimento de ionômero de vidro

**CIVRM** - cimento de ionômero de vidro resinoso modificado

**EGF** - endothelial grow factor

**FGF-2** - fibroblast grow factor-2

**GP** - guta-percha

**HC** - hidróxido de cálcio

**JAD** - junção amelo-dentinária

**KNH** - Knoop number hardness (número de microdureza Knoop)

**RTTC** - remoção total de tecido cariado

**RPTC** - remoção parcial de tecido cariado

**TGF- $\beta$**  - transforming grow factor  $\beta$

**VEGF** - vascular endothelial grow factor

$\mu\text{m}$  - micrômetros

$\Delta\text{Z}$  - percentual de volume mineral

**RESUMO**

---

O objetivo desse estudo foi investigar longitudinalmente o desempenho clínico e radiográfico da Remoção Parcial de Tecido Cariado (RPTC) em dentes decíduos e avaliar a dentina cariada remanescente através da microdureza após sua esfoliação. A amostra desse estudo provém de um ensaio clínico randomizado controlado realizado em 20 pacientes com idade entre 4 e 7 anos. Trinta e nove molares decíduos com lesões cariosas agudas profundas, sem sinais de patologia pulpar irreversível foram submetidos à RPTC. Os dentes foram divididos em dois grupos de acordo com material forrador utilizado: hidróxido de cálcio (HC) - 20 dentes ou guta-percha (GP) - 19 dentes e restaurados com resina composta. Após 36 meses de acompanhamento, 29 dentes (15 pacientes) foram reavaliados; desses, 23 dentes obtiveram sucesso clínico e radiográfico: 11 HC (73,3%) e 12 GP (85,7%). O sucesso total nessa etapa da avaliação foi de 79,3% e não houve diferença entre os materiais capeadores. Esses dentes continuaram em avaliação até sua esfoliação (37 a 71 meses de permanência em boca), quando 18 dentes (6 HC e 12 GP) foram coletados para análise laboratorial. O objetivo dessa análise foi verificar se a RPTC viabilizou a remineralização da dentina cariada remanescente em molares decíduos. Os 18 dentes submetidos à RPTC foram agrupados (grupo tratado). Além disso, selecionou-se dez molares decíduos hígidos e dez, com lesões cariosas agudas profundas em dentina para os grupos controle, positivo e negativo, respectivamente. As restaurações do grupo tratado foram removidas e a profundidade da cavidade medida. Nos dentes do grupo controle positivo, foram realizados preparos cavitários oclusais em até 4 mm de profundidade (semelhante ao grupo tratado), e no grupo controle negativo, realizou-se a RPTC *in vitro*. Todos os dentes foram preparados para análise de microdureza, que foi realizada em três pontos lineares da cavidade, distante 100 µm entre si e nas profundidades de 10, 35, 60, 85 e 110 µm, totalizando 15 indentações por amostra. Além disso, a espessura da dentina remanescente foi medida (µm) para aferir a profundidade das cavidades. A espessura da dentina remanescente foi semelhante para os três grupos (médias: 921, 852, 833 µm, hígido, cariado e tratado, respectivamente;  $p \leq 0,01$ ). Os valores de microdureza knoop obtidos mostraram diferença significativa entre os três grupos (hígido, cariado e tratado) em todas as profundidades: 10µm (54,8; 12,5; 38,3), 35µm (62,0; 13,0; 38,0), 60µm (56,8; 12,3; 39,1), 85µm (58,9; 13,0; 40,3), 110µm (55,7; 14,2; 42,0),  $p \leq 0,01$ . Houve aumento da dureza nos dentes tratados comparados aos cariados em todas as profundidades investigadas ( $p \leq 0,01$ ), sugerindo ganho mineral após o tratamento.

**Palavras-chave:** remoção parcial de tecido cariado, dentes decíduos, microdureza.

**ABSTRACT**

---

The aim of this study was longitudinally to investigate the clinical and radiographic performance of the Partial Caries Removal (PCR) in deciduous teeth and evaluate the remaining carious dentin through the microhardness after exfoliation. The sample of this study comes from a randomized clinical controlled study in 20 patients with age between 4 and 7 years. Thirty nine primary molars with deep acute carious lesions, without irreversible signs of pulp pathology were submitted to PCR. The teeth were divided in two groups in accordance with capping material: calcium hydroxide (CH) - 20 teeth or gutta-percha (GP) - 19 teeth, both restored with composite resin. After 36 months of follow-up, 29 teeth (15 patients) had been reevaluated; of these, 23 teeth had clinical and radiographic success: 11 CH (73.3%) and 12 GP (85.7%). The overall success in this stage of the evaluation was 79.3% and it did not have difference between the capping material. These teeth were follow-up evaluated until its exfoliation (37 - 71 months of permanence in mouth), when 18 teeth (6 CH and 12 GP) were collected for laboratorial analysis. The aim of this analysis was to verify if PCR provides conditions for dentin remineralization in primary teeth. The 18 teeth submitted to PCR were grouped (treated group). Additionally, ten sound molars and ten molars with deep acute carious lesions were selected to serve as positive and negative control groups, respectively. In the treated group, restorations and pulp-capping materials were removed. In the positive control group, 3 to 4 mm deep cavities were prepared and in the negative control group the carious tissue was removed according to the same *in vitro* PCR criteria. All teeth were prepared for microhardness analysis to be performed in three linear points with 100  $\mu\text{m}$  between each one and at 10, 35, 60, 85 and 110  $\mu\text{m}$  from the cavity floor resulting in 15 indentations for each sample. Furthermore, thickness of remaining dentin was measured to estimate cavity depth. There were no significant differences in the thickness of the remaining dentin between the three groups (means 921, 852, 833  $\mu\text{m}$  for sound, carious and treated, respectively;  $p \leq 0.01$ ). There was a statistically significant difference among the groups sound, carious and treated, for microhardness in all distances: 10  $\mu\text{m}$  (54.8, 12.5, 38.3), 35  $\mu\text{m}$  (62.0, 13.0, 38.0), 60  $\mu\text{m}$  (56.8, 12.3, 39.1), 85  $\mu\text{m}$  (58.9, 13.0, 40.3), 110  $\mu\text{m}$  (55.7, 14.2, 42.0),  $p \leq 0.01$ . The results showed hardness increase in treated teeth when compared to carious teeth in all dentin depths investigated, ( $p \leq 0.01$ ) suggesting mineral gain after treatment.

**Key-words:** partial caries removal, primary teeth, microhardness

## 1. INTRODUÇÃO

---

### 1.1 Introdução

A cárie dentária continua sendo uma doença altamente prevalente entre pré-escolares no Brasil, atingindo uma proporção maior do que 50% em crianças com cinco anos de idade (Projeto SB Brasil 2003, 2004).

Com o conhecimento mais apurado da etiologia da doença cárie, vem se buscando desenvolver uma abordagem terapêutica mais conservadora. A Odontologia Minimamente Invasiva compreende o correto diagnóstico da atividade de doença do paciente, o seu tratamento (não necessariamente invasivo) e também as estratégias de prevenção e manutenção da saúde dentária e periodontal. Quando um tratamento restaurador se faz necessário, em lesões profundas em dentina, a remoção de tecido cariado é uma etapa altamente significativa. A preservação da maior quantidade de tecido sadio possível e a utilização de materiais restauradores adesivos “duráveis”, são imperativos nesse tratamento, uma vez que a mínima remoção de tecido cariado também previne o risco de exposições iatrogênicas ao órgão pulpar.

Essa abordagem é particularmente expressiva para a Odontopediatria, por tratar da dentição decídua, que possui um ciclo biológico definido na cavidade oral, além da oportunidade de intervir de maneira conservadora em dentes permanentes jovens, já que esses permanecerão ao longo da vida do indivíduo.

### 1.2 Características histopatológicas da lesão de cárie em dentina

A histopatologia da lesão cariosa em dentina compreende três camadas distintas:

a) infectada ou “camada necrótica” – é a camada mais superficial, clinicamente apresentando tecido amolecido, irregular, de coloração amarela ou marrom clara, sendo facilmente removido por instrumentação manual (SARNAT e MASSLER, 1965), além de possuir grande quantidade de bactérias (tanto na dentina intertubular, quanto na entrada dos túbulos dentinários). A dentina intertubular, apesar de apresentar preservação da matriz estrutural de colágeno,

caracteriza-se por uma descalcificação com fibras colágenas degeneradas frouxamente organizadas (SARNAT e MASSLER, 1965; OGUSHI e FUSAYAMA, 1975).

b) camada contaminada ou “zona de desmineralização” - apresenta uma dentina um pouco mais rígida do que a primeira, mas ainda razoavelmente amolecida, que pode ser removida por lascas ou escamas, algumas vezes apresentando sintomatologia dolorosa (MASSARA, ALVES e BRANDÃO, 2002). Essa camada exhibe menor quantidade de bactérias e apresenta-se mais mineralizada quando comparada à primeira, o que a torna mais suscetível a remineralização (SARNAT e MASSLER, 1965; KATO e FUSAYAMA, 1970; OGUSHI e FUSAYAMA, 1975).

c) “dentina normal” - apresenta-se com consistência dura e coloração castanho escura, além de já apresentar uma grande redução na quantidade de bactérias e fibras colágenas mais organizadas. Alguns túbulos dentinários podem estar obliterados através do depósito de minerais, caracterizando uma esclerose dentinária (SARNAT e MASSLER, 1965; MASSLER, 1967).

### **1.3 Reação do complexo dentino-pulpar ao processo carioso**

A perda mineral da superfície dentária é um processo dinâmico, guiado pela atividade do biofilme presente, podendo ser modificada pela atuação mecânica, através da desorganização desse biofilme. Naquelas situações em que há formação da cavidade e retenção do biofilme, dificultando o auto-controle de placa pelo paciente, e, conseqüentemente sua desorganização, há a necessidade de um selamento dessa superfície para interferir na progressão da lesão (BJORNDAL e KIDD, 2005).

A Remoção Parcial de Tecido Cariado objetiva interromper a progressão da lesão cariosa, impedindo a injúria ao complexo dentino-pulpar, através da remoção do tecido infectado e selamento da cavidade, criando, dessa forma, condições à reação pulpar (APONTE, HARTSOOK e CROWLEY, 1966; MAGNUSSON e SUNDELL, 1977; BJORNDAL, LARSEN e THYLSTRUP, 1997; RIBEIRO et al, 1999; BJORNDAL e LARSEN, 2000; FALSTER et al, 2002; MALTZ

et al, 2002; MASSARA, ALVES e BRANDÃO, 2002; MARCHI et al, 2006; OLIVEIRA et al, 2006; PINTO et al, 2006; FRANZON et al, 2007).

A reação de defesa mais comum do complexo dentino-pulpar é a esclerose dentinária, que consiste na deposição de minerais ao longo e no interior dos túbulos dentinários, resultando na sua oclusão gradual e proporcionando maior resistência à dentina (MASSLER, 1967). Sabe-se que, em situações patológicas, os odontoblastos são estimulados a produzir dentina terciária, através da expressão de moléculas sinalizadoras, entre elas o TGF- $\beta$ . O procedimento restaurador também é apontado como um agente influenciador na expressão desses fatores de crescimento. Acredita-se que a função do TGF- $\beta$  seja de induzir a diferenciação das células “odontoblast-like” e estimular a produção de matriz extracelular, além de manter a homeostase do complexo dentino-pulpar após a injúria. Outros fatores de crescimento já foram observados na matriz dentinária, como VEGF, EGF e FGF-2, cujas propriedades contribuem para um aumento da angiogênese local no tecido pulpar (ABOUT e MITSIADIS, 2001; SMITH, 2002). Smith (2002) relatou que a dentina contém um “coquetel” de fatores de crescimento, potencialmente disponíveis na matriz, que serão liberados, caso haja algum processo de injúria. Essa liberação de moléculas sinalizadoras é feita através dos túbulos dentinários.

Kidd, Joyston-Bechal e Beighton (1993) avaliaram clínica e microbiologicamente o tecido cariado da junção amelo-dentinária (JAD) de dentes permanentes com lesões de cárie primária e secundária, e concluíram que a coloração dentinária não possui relação com o seu grau de contaminação, enquanto que a consistência e a umidade da dentina foram relacionadas à contagem bacteriana. Corroborando com esses resultados, Ricketts, Kidd e Beighton (1995) observaram que as lesões de consistência amolecida contêm significativamente mais bactérias do que as lesões consideradas médias e duras, não havendo diferença significativa entre essas duas últimas. Por outro lado, sabe-se que mesmo as lesões não cavitadas (de natureza ativa ou inativa) apresentam contaminação bacteriana (PAROLO e MALTZ, 2006).

Maltz et al. (2002) realizaram análises clínica, microbiológica e radiográfica em 32 dentes permanentes após RPTC e proteção da dentina profunda remanescente com HC. Os autores encontraram uma redução significativa na contagem bacteriana das amostras após 6-7 meses de selamento provisório. A análise radiográfica através da subtração das imagens antes e após o tratamento mostrou um aumento da radiopacidade das zonas de radiolucidez abaixo do material capeador, sugerindo assim um ganho mineral dessa dentina. Segundo os autores, esses achados indicam que a RPTC, a proteção com HC e o selamento da cavidade reduziram o estímulo proporcionado pelo crescimento bacteriano e pelos produtos decorrentes da sua metabolização, desacelerando a progressão da lesão e promovendo uma reação fisiológica do complexo dentino-pulpar.

#### **1.4 Características micro-mecânicas da dentina de dentes decíduos**

A coloração e a consistência da dentina são parâmetros clínicos utilizados para determinar a atividade da lesão cariada cavitada (MILLER e MASSLER, 1962; SARNAT e MASSLER, 1965). Embora ainda haja a dificuldade em se determinar quanto tecido deve ser removido e mantido na cavidade quando da realização da técnica de RPTC, a textura da dentina parece ser o critério clínico mais confiável para limitar a curetagem das lesões (MASSARA, ALVES e BRANDÃO, 2002; MARCHI, 2005). A microdureza da dentina tem sido um método tradicional de medição da mineralização tecidual, sendo um elemento importante para a avaliação das propriedades mecânicas do tecido calcificado e suas alterações, causadas pela lesão cariada (HOSOYA et al, 2000).

A microestrutura da dentina em dentes decíduos ainda tem recebido atenção limitada. Os estudos têm descrito a remineralização da dentina após RPTC baseados no aumento do conteúdo de cálcio (MASSARA, ALVES e BRANDÃO, 2002) e fósforo (EIDELMAN, FINN e KOULOURIDES, 1965).

Após a realização da RPTC e capeamento com HC em dentes permanentes, Eidelman, Finn e Koulourides (1965) observaram aumento no conteúdo de fósforo e sugeriram que houve a remineralização da dentina cariada,



já que esse elemento tem uma significativa participação no conteúdo mineral da dentina.

Massara, Alves e Brandão (2002) realizaram tratamento restaurador atraumático modificado (ARTm) em dentes decíduos. Os autores constataram através de análise química um aumento significativo da concentração do elemento cálcio, sugerindo que este tratamento criou condições para remineralização da dentina.

Marchi (2005) avaliou a microdureza da dentina cariada remanescente após 3 anos e 8 meses da RPTC de molares decíduos utilizando o cimento de ionômero de vidro resinoso modificado (CIVRM) e o HC como materiais forradores, comparando-a a da dentina hígida e cariada. Além da dureza, a autora verificou clinicamente a coloração e a consistência da dentina remanescente. Os resultados apontam para a remineralização da dentina dos dentes decíduos após RPTC, através do critério clínico de consistência (todos os dentes do grupo tratado mostraram-se endurecidos) e do critério laboratorial de análise da microdureza (os dentes tratados apresentaram valores estatisticamente mais elevados do que o grupo dos portadores de lesões cariosas).

Com relação à microdureza da dentição decídua, Hosoya et al. (2000) compararam a dureza da dentina cariada e hígida, através da microdureza Knoop, e observaram uma diminuição gradativa dos valores a partir da JAD em direção à câmara pulpar, exceto na região da lesão cariosa onde ocorreram os menores valores. Desta forma, a região central da lesão cariosa apresentou valores de microdureza significativamente menores que a mesma região na dentina hígida. Além disso, os autores constataram que não é possível medir a dureza da dentina infectada, pois esta se encontra demasiadamente amolecida.

### **1.5 Remoção Parcial de Tecido Cariado em dentes decíduos**

A RPTC é um procedimento no qual uma camada de dentina cariada é deixada sobre a polpa naquelas situações em que sua completa remoção poderia resultar em exposição pulpar (FAIRBOURN, CHARBENEAU e LOESCHE, 1980). Esta técnica está indicada para o tratamento de lesões cariosas agudas profundas

(próximas à polpa) e é apontada como um procedimento único em dentes decíduos, sem a necessidade de reintervenção. Ao contrário, o tratamento expectante, compreende dois momentos distintos de intervenção: o primeiro procedimento consiste em remover a dentina cariada e restaurar provisoriamente a cavidade para facilitar a resposta biológica da polpa vital. O segundo (reabertura) se dá após 6-8 meses de intervalo de tratamento para remoção da dentina cariada remanescente e restauração definitiva do dente (BJORNDAL e KIDD, 2005).

Ensaio clínicos randomizados controlados tanto em dentes decíduos, como em permanentes, investigaram as intervenções restauradoras em lesões cáries profundas em dentina, comparando a técnica de RPTC com a técnica convencional de remoção total de tecido cariado (RTTC), constatando que houve muito mais exposições pulpares com a escavação convencional (MAGNUSSON e SUNDELL, 1977; LEKSELL et al, 1996). Esses achados demonstraram ser a RPTC uma abordagem mais conservadora.

Diversas investigações foram desenvolvidas no intuito de evidenciar a possibilidade de se deixar tecido cariado de forma intencional na cavidade. Em um estudo em que foi avaliado o selamento de bactérias em cavidades cáries, Besic (1943) observou indicativos de paralisação do processo cárie assim que a lesão foi isolada do ambiente oral, embora tenha verificado a permanência de microrganismos até um ano após o selamento da cavidade. O autor concluiu que um material capaz de esterilizar e penetrar na dentina deve ser aplicado em lesões cáries profundas com o objetivo de eliminar os microrganismos que tenham sobrevivido, erradicando um possível foco de crescimento bacteriano.

Posteriormente, outros estudos avaliaram a viabilidade de bactérias abaixo da restauração, observando uma notável redução no crescimento bacteriano, ou a ausência de microrganismos, ou ainda, a inviabilização desses, uma vez que estes já não têm acesso ao substrato para sua metabolização. Desta forma, não ocorreria progressão da lesão cárie (KING, CRAWFORD e LINDAHL, 1965; FAIRBOURN, CHARBENEAU e LOESCHE, 1980; FITZGERALD e HEYS, 1991; RICKETTS, KIDD e BEIGHTON, 1995; BJORNDAL, LARSEN e

THYLSTRUP, 1997; BJORN DAL e LARSEN, 2000; MALTZ et al, 2002; MASSARA, ALVES e BRANDÃO, 2002; PINTO et al, 2006). Sabe-se que, mesmo com a RTTC, ainda haverá incidência de bactérias (SHOVELTON, 1968) e que, os microorganismos já estão presentes em lesões não cavitadas, tanto ativas como inativas. No entanto, essas bactérias dentro do tecido (esmalte ou dentina) não impedem que haja a paralisação da lesão (PAROLO e MALTZ, 2006).

O adequado selamento da cavidade através do uso de materiais adesivos como resina composta e cimento de ionômero de vidro (CIV), é imperativo para o sucesso do tratamento. O estudo de Mertz-Fairhurst et al. (1998) evidenciou que é possível a paralisação da lesão através do seu selamento. Os autores apresentam dados de 10 anos de acompanhamento de lesões oclusais em metade externa de dentina, simplesmente seladas, sem a remoção de tecido cariado, não havendo progressão das lesões.

Além de uma maior preservação da estrutura dentária, a manutenção de tecido cariado na parede pulpar também irá contribuir para uma menor agressão ao complexo dentino-pulpar, desencadeando um mecanismo de defesa através da esclerose dentinária e da formação de dentina reparadora (KING, CRAWFORD e LINDAHL, 1965). A reintervenção para remoção do tecido cariado remanescente nesses casos poderia resultar em indesejáveis exposições pulpares. Além disso, não há evidência científica suficiente para saber se é necessária a reabertura do dente e a remoção da dentina remanescente (RICKETTS et al, 2006). Portanto, mediante essa técnica, pode-se diminuir a ocorrência de procedimentos mais complexos como capeamento pulpar direto, curetagem pulpar e pulpotomia (RANLY e GARCIA-GODOY, 2000) que apresentam resultados menos satisfatórios quando comparados a RPTC (FITZGERALD e HEYS, 1991; STRAFFON et al, 1991; FAROOQ et al, 2000; VIJ et al, 2004).

Muitos estudos foram desenvolvidos com o objetivo de avaliar as características da dentina intencionalmente deixada abaixo das restaurações e encontraram a predominância de uma dentina escura e endurecida e/ou menos infectada após RPTC, tanto em dentes decíduos (KING, CRAWFORD e LINDAHL, 1965; MAGNUSSON e SUNDELL, 1977; FALSTER et al, 2002; MARCHI et al,

2006; PINTO et al, 2006; FRANZON et al, 2007), quanto em permanentes (EIDELMAN, FINN e KOULOURIDES, 1965; FAIRBOURN, CHARBENEAU e LOESCHE, 1980; STRAFFON et al, 1991; BJORN DAL, LARSEN e THYLSTRUP, 1997; BJORN DAL e LARSEN, 2000; OLIVEIRA et al, 2006).

O já anteriormente citado trabalho de Massara, Alves e Brandão (2002), avaliou o ARTm sobre a dentina desmineralizada remanescente em 12 molares decíduos, após 3 meses de tratamento, utilizando como material capeador e restaurador o CIV. Clinicamente foi encontrada uma dentina com características de inativação (mais endurecida) e, ao microscópio eletrônico de varredura, a análise das amostras dentinárias pós-tratamento mostrou uma redução drástica na quantidade de bactérias e a dentina intertubular apresentou-se mais organizada, densa e com fibras colágenas mais compactadas, condensadas e unidas.

Bressani (2003) em um ensaio clínico randomizado avaliou a correlação entre coloração, consistência e contaminação da dentina cariada, antes e 90 dias após a RPTC, utilizando como material capeador a cera (material inerte) e o HC. Encontrou-se uma correlação positiva entre coloração e contaminação da dentina antes do tratamento, bem como uma correlação negativa entre consistência e contaminação no período pós-tratamento. A autora observou que ambos os materiais foram capazes de reduzir significativamente a contaminação da dentina após o tratamento, demonstrando que o objetivo principal da técnica da RPTC foi atingido, independente da utilização do HC, sugerindo não ser uma técnica material dependente.

Outro estudo, de Pinto e colaboradores (2006), também demonstrou paralisação da progressão das lesões após RPTC. Os 39 dentes submetidos à técnica e capeados com HC ou GP e reavaliados clinicamente após 4-7 meses, apresentaram coloração mais escurecida e diminuição da contaminação. Quanto à consistência, o grupo HC apresentou maior número de dentes com dentina inicialmente amolecida e que se tornou dura após o tratamento do que o grupo GP.

Há evidências clínicas, ultraestruturais, químicas, microbiológicas (EIDELMAN, FINN e KOULOURIDES, 1965; KING, CRAWFORD e LINDAHL,

1965; APONTE, HARTSOOK e CROWLEY, 1966; MAGNUSSON e SUNDELL, 1977; FAIRBOURN, CHARBENEAU e LOESCHE, 1980; LEKSELL et al, 1996; BJORNDAL, LARSEN e THYLSTRUP, 1997; BJORNDAL e LARSEN, 2000; FALSTER et al, 2002; MALTZ et al, 2002; MASSARA, ALVES e BRANDÃO, 2002; AL-ZAYER et al, 2003; BRESSANI, 2003; VIJ et al, 2004; MARCHI et al, 2006; PINTO et al, 2006; FRANZON et al, 2007) e radiográficas (HANDELMAN et al, 1986; RIBEIRO et al, 1999; OLIVEIRA et al, 2006) de que é possível preservar parte do tecido cariado sob as restaurações e alcançar resultados clínicos satisfatórios. Pelo fato do dente decíduo possuir um ciclo biológico definido na cavidade oral, pode-se considerar a abordagem da RPTC como sendo definitiva (FAROOQ et al, 2000; FALSTER et al, 2002; MASSARA, ALVES e BRANDÃO, 2002; BRESSANI, 2003; MARCHI et al, 2006; PINTO et al, 2006; FRANZON et al, 2007).

## 2. OBJETIVOS

---

Considerando a importância dos estudos longitudinais para avaliar: o sucesso clínico da técnica de RPTC assim como a necessidade de definir esse procedimento como um técnica definitiva na dentição decídua, os objetivos dess estudo foram:

- 1) Avaliar clínica e radiograficamente o sucesso longitudinal da RPTC em dentes decíduos até sua esfoliação.
- 2) Avaliar se a RPTC criou condições para a remineralização da dentina de dentes decíduos, através da análise da microdureza após sua esfoliação (4 anos e 5 meses em média de permanência na cavidade bucal).

### 3. ARTIGO 1

---

# Clinical and radiographic evaluation of indirect pulp treatment in primary molars: 36 months follow-up

RENATA FRANZON, DDS, LUCIANO CASAGRANDE, DDS, MS, ALICE SOUZA PINTO, DDS, MS, FRANKLIN GARCÍA-GODOY, DDS, MS, MARISA MALTZ, DDS, MS, PHD & FERNANDO BORBA DE ARAUJO, DDS, MS PHD

**ABSTRACT: Purpose:** To evaluate the clinical and radiographic changes in primary teeth submitted to indirect pulp treatment (IPT) over a 36-month period. **Methods:** Thirty-nine primary molars with deep caries, but without pre-operative signs and symptoms of irreversible pulpitis, received IPT. The teeth were randomly divided into two groups, according to the material used for protection of the dentin-pulp complex: (1) a calcium hydroxide liner (Hydro C) and (2) a gutta-percha sheet. Both groups were restored with Z250 resin-based composite. **Results:** After 36 months, Group 1 showed a success rate of 73.3% and Group 2, 85.7%. The overall success rate was 79.3%, with no statistically significant difference between the groups ( $P = 0.36$ ). (*Am J Dent* 2007; 20:189-192).

**CLINICAL SIGNIFICANCE:** The results of this study suggested that indirect pulp treatment of primary teeth restored with a resin-based composite may arrest the progression of the underlying caries, regardless of the material used as a liner.

✉: Dr. Fernando Borba de Araujo, Department of Pediatric Dentistry, Faculty of Dentistry, UFRGS, Rua Ramiro Barcelos, 2492, Bom Fim, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, CEP: 90035-003, Brazil. E-✉: fernando.araujo@ufrgs.br

## Introduction

Indirect pulp treatment is defined as the procedure in which the non-remineralizable tissue is removed and a thin layer of caries is left in the deepest sites of the cavity, avoiding the possibility of pulp exposure.<sup>1</sup> Therefore, the complete removal of carious tissue from cavosurface margins is imperative for the treatment success.<sup>2</sup> The superficial layer of the carious dentin (which contains the majority of microorganisms and their toxic products) must be removed to allow pulp healing.<sup>3,4</sup> The affected dentin, corresponding to the deep layer or the decalcified dentin can be left in the deepest portions of the cavity preparation, since this zone has few microorganisms. Under these circumstances, residual bacteria are isolated from nutrient sources, stop proliferating and die.<sup>5</sup> A reduction in the number of microorganisms and the arrest of the active lesions after IPT has been shown.<sup>6-8</sup>

The indirect pulp treatment is indicated on teeth that do not present signs of irreversible pulp pathology, based on a thorough clinical and radiographic examination and a direct evaluation of the cavity preparation.<sup>2,9</sup> Fistulas, swelling or abnormal mobility are contraindications for this treatment.<sup>2,6,9</sup> In the radiographic examination, furcation or periapical radiolucencies or internal/external root resorption not related to the normal exfoliation process also contraindicate the indirect pulp treatment. The clinical evaluation of the carious tissue during the caries removal step is important, since the status of the dentin that is not removed may influence therapy outcome.<sup>9,10</sup>

Application of a layer of a bacteriostatic/bactericidal material, such as calcium hydroxide, over the carious dentin to induce remineralization and protect the pulp is described as the conventional indirect pulp treatment technique.<sup>1</sup>

Studies<sup>6,7,11,12</sup> showed 70-100% bacterial reduction in the remaining carious dentin after teeth treated with indirect pulp capping were re-opened.

In a prospective and randomized *in vivo* study, Falster *et al*<sup>13</sup> compared the successful rate of indirect pulp treatment in primary teeth with a calcium hydroxide layer or an adhesive

system over the demineralized dentin. The teeth were followed clinically and radiographically for 2 years showing a 90% success rate, with or without calcium hydroxide utilization.

Considering that there is no consensus in the scientific literature regarding the need to use calcium hydroxide in the indirect pulp treatment over the remaining infected tissue, this study evaluated clinically and radiographically the outcomes of deep carious lesions in primary teeth submitted to indirect pulp treatment using a calcium hydroxide or an inert material (gutta-percha) as a base and then restored with a resin-based composite and adhesive system.

## Materials and Methods

**Sample** - Twenty patients (4-7 years-old) who received indirect pulp treatment were followed-up for a 36-month period. At the beginning of the treatment, the subjects presented a caries activity profile and received treatment for caries activity arrestment, including extraction of unrestorable teeth, pulp treatment and restoration of carious lesions, as necessary, to allow subjects the ability to control the bacterial biofilm by themselves. In addition, professional application of topical fluoride at regular intervals was done according to the caries risk assessment.

**Inclusion criteria** - (1) Active carious lesion in deep dentin limited to the occlusal and occluso-proximal surface of primary molars; (2) absence of clinical diagnosis of pulp exposure, fistula, swelling, and abnormal tooth mobility; (3) absence of clinical symptoms of irreversible pulpitis, such as spontaneous pain or sensitivity to pressure; (4) the extension of the carious lesion should be such that complete caries removal would risk pulp exposure, as determined by clinical and radiographic assessment; (5) absence of radiolucencies at the furcation or periapical regions, or thickening of the periodontal spaces, which would indicate the presence of irreversible pulp pathology or necrosis; (6) absence of internal or external root resorption; (7) only children that were 4-7 years-old at the time of first appointment, male or female, and in good general health



Table. Clinical and radiographic evaluation of indirect pulp treatment of primary teeth after 36-month follow-up.

Groups	No. of teeth	Success rate	Failure rate		
			Periapical lesion	Pathologic root resorption	Total
Control (calcium hydroxide)	15 (51.7%)	11 (73.3%)	4	0	4 (26.7%)
Test (gutta-percha)	14 (48.3%)	12 (85.7%)	1	1	2 (14.3%)
Total	29 (100%)	23 (79.3%)	5 (17.25%)	1 (3.45%)	6 (20.7%)

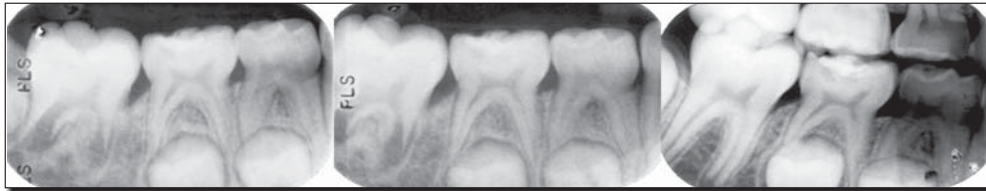


Fig. 1. Radiographic evaluation of a second primary molar with indirect pulp treatment using a layer of calcium hydroxide. Successful of treatment after 36-month follow-up. A. Pre-operative radiograph; B. Immediate post-operative radiograph; C. 36-month follow-up.

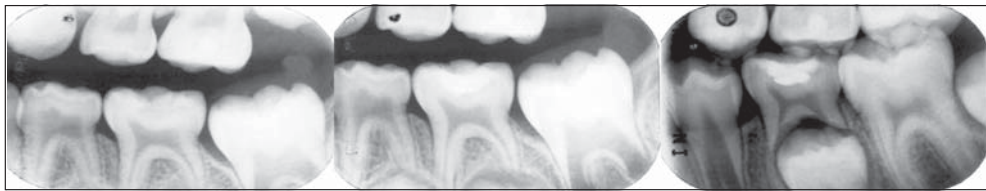


Fig. 2. Radiographic evaluation of a second primary molar with indirect pulp treatment using a layer of gutta-percha. Successful treatment after 36-month follow-up. A. Pre-operative radiograph; B. Immediate post-operative radiograph; C. 36-month follow-up.

were included; (8) children were only included if the parents/legal guardians had read and signed an informed consent form for this study. The design of the study and consent forms were reviewed and approved by the university ethics committee.

**Sample preparation** - All patients received dental prophylaxis prior to the clinical examination. Standardized periapical and posterior bitewings were taken and evaluated to complete the assessment for inclusion in the study. In the first appointment, the patients were anesthetized, and rubber dam isolation was performed by quadrants followed by cavity preparations. Undermined enamel was removed with a diamond point (no. 1011/1012<sup>a</sup>) at high-speed with copious air/water spray. Caries was removed completely from the cavosurface margins and all lateral walls of the cavity preparation with carbide burs (no. 1/2<sup>b</sup>) at low speed. Caries removal at the site of "risk for pulp exposure" was performed with a dentin excavator (no. 17/18<sup>c</sup>). Remaining carious tissue was clinically evaluated (color: dark-brown, light-brown or yellowish and hardness: hard, leathery or soft), and then the cavity was thoroughly rinsed with phosphate-buffered saline (pH 7.4). The teeth were excluded from the study if an accidental pulp exposure had occurred or if the caries was completely removed at the end of cavity preparation. The cavity depth was measured at the half mesial side of the pulpal floor using an endodontic instrument (Kerr no. 20<sup>b</sup>). The capping material was applied under demineralized dentin according to the experimental groups: Group 1 (n = 20) calcium hydroxide cement (Hydro C<sup>d</sup>) and Group 2 (n=19) gutta-percha sheet (gutta-percha<sup>e</sup>), disinfected after sodium hypochlorite 1% immersion for a 1-minute period (Virex<sup>e</sup>). The total-etch technique was performed by applying 10% phosphoric acid gel<sup>f</sup>

for 15 seconds to the cavity. The acid was removed by rinsing with water for 15 seconds and the cavity was gently dried with air and cotton pellets. The adhesive resin system Scotchbond Multi Purpose<sup>g</sup> was applied to the entire cavity as instructed by the manufacturer. All teeth were restored with Filtek Z250<sup>h</sup> resin-based composite (shade C2) using the incremental technique and each increment was polymerized for 20 seconds (XL - 1500<sup>g</sup>). Light intensity was always at 500mW/cm<sup>2</sup> and examined with a Curing Radiometer<sup>h</sup> (Model 100). After polymerization of the last increment, the entire restoration received an additional 60 seconds of light-curing, and standard techniques for finishing and polishing resin composites were employed. Re-etching of the finished composite surface and re-seal of the margins with Fortify<sup>g</sup> was performed in all teeth to minimize microleakage.<sup>14-16</sup> The rubber dam was then removed and the occlusion checked.

**Clinical and radiographic evaluation** - After 4-7 months, the clinical and radiographic exams were performed. The restoration was removed with diamond points at high-speed with copious air/water spray, to allow the visual and tactile evaluation of the remaining tissue. After that, the same capping materials were used and the teeth were again restored as mentioned previously and followed for 36 months (after baseline). The criteria used for determination of clinical and radiographic successful outcome of the indirect pulp treatment were: (1) absence of spontaneous pain and/or sensitivity to pressure; (2) absence of fistula, edema, and/or abnormal mobility; (3) absence of radiolucencies at the furcation and/or periapical regions, as determined by periapical radiographs; (4) absence of internal or external root resorption that was not compatible with the expected resorption due to the exfoliation process.

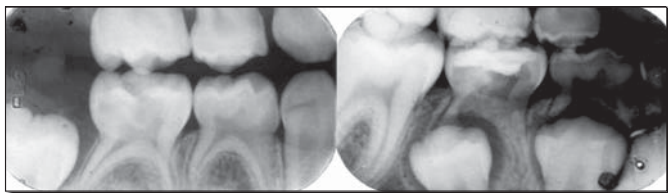


Fig. 3. Radiographic evaluation of a second primary molar with indirect pulp treatment using a layer of calcium hydroxide. Treatment failure (necrosis) after 18-months follow-up. A. Pre-operative radiograph; B. 18-months follow-up.

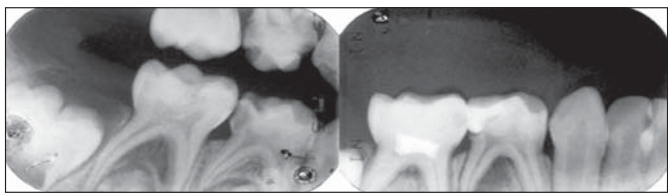


Fig. 4. Radiographic evaluation of a second primary molar with indirect pulp treatment using a layer gutta-percha. Treatment failure after 36-month follow-up. A. Pre-operative radiograph; B. 36-month follow-up.

**Statistical analysis** - The clinical and radiographic results were submitted to Fisher's exact test to verify if there were differences between the groups.

## Results

After a period of 36 months, 15 subjects (from a total of 19) were examined (four subjects missed the appointment or moved to another city) and 74.3% of the sample (from a total of 39 teeth) was clinically and radiographically evaluated. Eleven teeth (73.3%) in the calcium hydroxide group, and 12 teeth (85.7%) of the gutta-percha group showed clinical and radiographic success, with a mean success rate of 79.3% in the indirect pulp treatment (Table, Figs 1-4).

Four teeth failed in the calcium hydroxide group, with the radiographic examination showing radiolucencies in the periapical/furcation regions. One tooth showed a restoration failure, which may explain the pulp injury. However, the four teeth were maintained in the oral cavity for 15-22 months. In the gutta-percha group, one tooth presented internal root resorption, but it was still retained at the 36-month evaluation period, while the other teeth showed pulp necrosis, but it was near to the exfoliation time. The indirect pulp treatment with calcium hydroxide or gutta-percha as a capping material in primary molars showed clinical and radiographic success at the 36-month follow-up with similar results for both groups ( $P=0.36$ ).

## Discussion

The aim of the indirect pulp treatment is to maintain pulp vitality.<sup>3,10,17</sup> The residual layer of dentin in the indirect pulp treatment is frequently contaminated by microorganisms before treatment, but it becomes sterile or microorganisms were significantly reduced when a calcium hydroxide or zinc oxide materials were applied on the demineralized dentin.<sup>17</sup>

Maltz *et al*<sup>12</sup> showed a significant decrease in bacterial counts, indicating reduced or absent metabolic activity after incomplete removal of carious dentin and tooth sealing for a 6-7-month period, besides an increase in the difference of radiographic density compared to the first radiographic examination, suggesting mineral gain.

Eidelman *et al*<sup>18</sup> noticed remineralization (higher phosphorus concentrations) in the demineralized dentin layer after calcium hydroxide application.

The results of the present study showed that indirect pulp treatment success did not seem to be related to the use of calcium hydroxide on demineralized dentin, as similar results were noted with the gutta-percha sheet. These findings are in agreement with those of Falster *et al*,<sup>13</sup> who reported 90% of clinical and radiographic success in a 2-year follow-up of indirect pulp treatment using calcium hydroxide or an adhesive system on demineralized dentin.

On the other hand, it is believed that the high rate of clinical and radiographic success of indirect pulp treatment in the present study was related to the careful diagnostic criteria and good marginal seal promoted by the adhesive restoration.

Despite the findings of a "modified hybrid layer" at the resin/carious primary dentin interface,<sup>19</sup> the bonding of resin-based composites to carious dentin was shown to be weaker than to sound dentin for most adhesive resin systems tested.<sup>19-21</sup> The presence of carious dentin under the adhesive restorations did not impair the clinical performance of the restorations,<sup>19</sup> since the cavosurface margin was located in enamel, which is known to produce a better seal to maintain the pulp vitality by adequate control of microleakage.<sup>22,23</sup>

In primary teeth, the indirect pulp treatment and the final restoration of the tooth can be performed in one appointment.<sup>11,24,25</sup> This recommendation was based on data from previous studies on teeth that received indirect pulp treatment and were re-opened for evaluation.<sup>9</sup>

Reparative dentin formation is a complex biological process requiring the presence of progenitor cells, their proliferation, migration, and activation at the injury site.<sup>26-29</sup> The dentin matrix can be considered as a reservoir of growth factors, such as transforming growth factors (TGF $\beta$ ), bone morphogenetic protein (BMP), fibroblast growth factor (FGF) and insulin-like growth factor (IGF) are secreted by functional odontoblasts and pulp fibroblasts.<sup>30-32</sup> These factors are released after dentin demineralization induced by the caries process and seem to be involved in the proliferation and differentiation of pulp cells, providing chemotactic signals to recruit progenitor pulp cells at the injury site and to initiate tissue repair.<sup>33,34</sup>

The deposition of tertiary dentin matrix after indirect pulp treatment can be observed in the radiographic evaluation. It is believed that the indirect pulp treatment may cause a mild injury and the odontoblasts and other pulp cells are stimulated or up-regulated to secrete a reactionary type of tertiary dentin matrix. This biological event is subject to greater opportunity for success, compared to other more complex conservative alternatives like direct pulp treatment and pulpotomy.

The results of this clinical study showed a high rate of success for the indirect pulp treatment in primary teeth when calcium hydroxide or a gutta-percha sheet was used under an adhesive resin-based composite restoration.

Further studies should focus on the molecular and cellular events that play an important role in conservative pulp therapies, which are more biological.

- a. KG Sorensen Ind. Com. Ltda., Barueri, SP, Brazil.
- b. Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland.
- c. SS White, Rio de Janeiro, RJ, Brazil.
- d. Dentsply Ind. Com. Ltda, Petrópolis, RJ, Brazil.
- e. Johnson & Johnson Div. Brasil Ltda, Taubaté, SP, Brazil.
- f. Bisco, Schaumburg, IL, USA.
- g. 3M ESPE, St. Paul, MN, USA.
- h. Demetron Research Corporation, Danbury, CT, USA.

Dr. Franzon is a post-graduate student, Dr. Casagrande and Dr. Pinto are Master of Science students, Dr. Araujo is Adjunct Professor, Department of Pediatric Dentistry; Dr. Maltz is Titular Professor, Department of Preventive and Social Dentistry; School of Dentistry, Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil. Dr. Garcia-Godoy is Professor, Associate Dean for Research, and Director, Bioscience Research Center, College of Dental Medicine, Nova Southeastern University, Fort Lauderdale, Florida, USA.

## References

- American Academy of Pediatric Dentistry. Reference Manual guidelines for pulp treatment for primary and young permanent teeth. *Pediatr Dent* 2001; 22: 67-70.
- Straffon LH, Loss P. The indirect pulp cap: A review and commentary. *J Israel Dent Assoc* 2000; 17: 7-14.
- Massler M. Therapy conducive to healing of the human pulp. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1972; 34: 122-130.
- Massara ML, Alves JB, Brandão PR. Atraumatic restorative treatment: Clinical, ultrastructural and chemical analysis. *Caries Res* 2002;36:430-436.
- Fitzgerald M, Heys RJ. A clinical and histological evaluation of conservative pulpal treatment in human teeth. *Oper Dent* 1991;16:101-112.
- Aponte AJ, Hartsook JT, Cowley MC. Indirect pulp capping success verified. *J Dent Child* 1966; 33: 164-166.
- Leung RL, Loesche WJ, Charbeneau GT. Effect of Dycal on bacteria in deep carious lesions. *J Am Dent Assoc* 1980; 100: 193-197.
- Pinto AS, Araujo FB, Figueiredo MC, Henz S, Garcia-Godoy F, Maltz M. Clinical and microbiological evaluation of deep carious lesions in primary teeth after partial decayed dentinal removal. *Am J Dent* 2006; 19: 382-386.
- Farooq NS, Coll JA, Kuwabara A, Shelton P. Success rates of formocresol pulpotomy and indirect pulp therapy in the treatment of deep dentinal caries in primary teeth. *Pediatr Dent* 2000; 22: 278-286.
- Tziafas D, Smith AJ, Lesot H. Designing new treatment strategies in vital pulp therapy. *J Dent* 2000; 28: 77-92.
- Fairbourn DR, Charbeneau GT, Loesche WJ. Effect of improved Dycal and IRM on bacteria in deep carious lesions. *J Am Dent Assoc* 1980; 100: 547-552.
- Maltz M, de Oliveira EF, Fontanella V, Bianchi R. A clinical, microbiologic and radiographic study of deep caries lesions after incomplete caries removal. *Quintessence Int* 2002; 33: 151-159.
- Falster CA, Araujo FB, Straffon LH, Nör JE. Indirect pulp treatment: *In vivo* outcomes of an adhesive resin system vs calcium hydroxide for protection of the dentin-pulp complex. *Pediatr Dent* 2002; 24: 241-248.
- Garcia-Godoy F, Malone WF. Microleakage of posterior composite restorations after rebonding. *Compend Contin Educ Dent* 1987;8:606-609.
- Dutton FB, Summitt JB, Chan DC, Garcia-Godoy F. Effect of a resin lining and rebonding on the marginal leakage of amalgam restorations. *J Dent* 1993; 21: 52-56.
- Munro GA, Hilton TJ, Hermes CB. *In vitro* microleakage of etched and rebonded Class 5 composite resin restorations. *Oper Dent* 1996; 21: 203-208.
- King JB, Crawford JJ, Lindahl RL. Indirect pulp capping: A bacteriologic study of deep carious dentin in human teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1965; 20: 663-671.
- Eidelman E, Finn SB, Koulourides T. Remineralization of carious dentin treated with calcium hydroxide. *J Dent Child* 1965; 32: 218-225.
- Ribeiro CCC, Baratieri LN, Perdigão J, Baratieri NMM, Ritter AV. A clinical, radiographic, and scanning electron microscopic evaluation of adhesive restorations on carious dentin in primary teeth. *Quintessence Int* 1999; 30: 591-599.
- Nakajima M, Sano H, Burrow MF, Tagami J, Yoshiyama M, Ebisu S, Ciucchi B, Russell CM, Pashley DH. Tensile bond strength and SEM evaluation of caries-affected dentin using dentin adhesives. *J Dent Res* 1995; 74: 1679-1688.
- Xie J, Flaitz CM, Hicks MJ, Powers JM. Bond strength of composite to sound and artificial carious dentin. *Am J Dent* 1996; 9: 31-33.
- Van Meerbeek B, Perdigão J, Inokoshi S, Lambrechts P, Vanherle G. Dental pulp reactions and pulp protection: Traditional underlayers versus dentin adhesive lacquer. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 1996; 103: 439-443.
- Perdigão J, Lambrechts P, Van Meerbeek B, Braem M, Yildiz E, Yucler T, Vanherle G. The interaction of adhesive systems with human dentin. *Am J Dent* 1996; 9: 167-173.
- Nirschl RF, Avery DR. Evaluation of a new pulp capping agent in indirect pulp therapy. *J Dent Child* 1983; 50: 25-30.
- Garcia-Godoy F. Resin-based composites and compomers in primary molars. *Dent Clin North Am* 2000; 44: 541-570.
- Gronthos S, Mankani M, Brahimi J, Robey PG, Shi S. Postnatal human dental pulp stem cells (DPSCs) *in vitro* and *in vivo*. *PNAS* 2000; 97: 13625-13630.
- Gronthos S, Brahimi J, Li W, Fisher LW, Cherman N, Boyde A, DenBesten P, Robey PG, Shi S. Stem cell properties of human dental pulp stem pulp stem cell. *J Dent Res* 2002; 8: 531-535.
- Miura M, Gronthos S, Mingrui Z, Lu B, Fisher LW, Robey PG, Shi S. SHED: Stem cells from human exfoliated deciduous teeth. *PNAS* 2003; 10: 5807-5812.
- Murray PE, Garcia-Godoy F. Stem cell responses in tooth regeneration. *Stem Cells Dev* 2004; 13: 255-262.
- Finkelman RD, Mohan S, Jennings JC, Taylor AK, Jepsen S, Baylink DJ. Quantification of growth factors IGF-I, SGF/IGF-II and TGF-beta in human dentin. *J Bone Miner Res* 1990; 5: 717-722.
- Ruch JV, Lesot H, Bègue-Kirn C. Odontoblast differentiation. *Int J Dev Biol* 1995; 39: 51-68.
- Ranly DM, Garcia-Godoy F. Current and potential pulp therapies for primary and young permanent teeth. *J Dent* 2000; 28: 153-161.
- Martin P. Wound healing; aiming for perfect skin regeneration. *Science* 1997; 276: 75-81.
- D'Souza RN, Cavender A, Sood R, Tamuzzer R, Dichinson D, Roberts A. Dental abnormalities in mice lacking functional TGF-1. *Int J Dev Biol* 1998; 23: 119-131.

## 4. ARTIGO 2

---

## DENTIN REMINERALIZATION AFTER PARTIAL CARIES REMOVAL IN PRIMARY TEETH

R. Franzon<sup>1</sup>, C.M. Pitoni<sup>1</sup>, M. Gomes<sup>1</sup>, C.P. Bergmann<sup>2</sup>, F.B. Araujo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Pediatric Dentistry, School of Dentistry, Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil

<sup>2</sup>Department of Materials, School of Engineering, Federal University of Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, Brazil

**Short Title:** Primary teeth and partial caries removal

**Key Words:** partial caries removal, deep carious lesions, remineralization, microhardness.

**Address Correspondence and Offprint Requests to:**

Prof. Dr. Fernando Borba de Araujo

Faculdade de Odontologia, UFRGS

Rua Ramiro Barcelos, 2492 Porto Alegre, RS, Brasil

Phone: +55-51-3308-5027. Fax: +55-51-3308-5026.

E-mail: fernando.araujo@ufrgs.br

**ABSTRACT**

The aim of this study was to investigate remaining carious dentin by means of microhardness analysis after 4 years and 5 months of partial caries removal (PCR). Eighteen teeth submitted to PCR and capped with calcium hydroxide (CH) or gutta-percha (GP) were evaluated (treated group). Additionally, ten sound molars and ten molars with deep acute carious lesions were selected to serve as positive and negative control groups, respectively. In the treated group, restorations (fillings) and pulp-capping materials were removed. In the positive control group, 3 to 4 mm deep cavities were prepared and in the negative control group the carious tissue was removed according to the same PCR criteria. Microhardness analysis was performed at 10, 35, 60, 85 and 110  $\mu\text{m}$  depths. A calibrated and blinded examiner performed all the measurements. Data were analyzed using one-way ANOVA ( $p < 0.05$ ). Microhardness values were as follows: for sound, carious and treated groups, respectively in the depths 10  $\mu\text{m}$  (54.8, 12.5, 38.3), 35  $\mu\text{m}$  (62.0, 13.0, 38.0), 60  $\mu\text{m}$  (56.8, 12.3, 39.1), 85  $\mu\text{m}$  (58.9, 13.0, 40.3), 110  $\mu\text{m}$  (55.7, 14.2, 42.0) KHN. There was a statistically significant difference ( $p \leq 0.01$ ) among the groups for microhardness in all distances. The results showed hardness increase in treated teeth when compared to carious teeth in all dentin depths investigated, suggesting mineral gain after treatment.

## INTRODUCTION

Dental caries continues to be a highly prevalent disease among Brazilian preschoolers, with a prevalence higher than 50% [Projeto\_Sb\_Brasil\_2003, 2004].

Partial Caries Removal (PCR) is indicated for deep carious lesions (excluding a chance of a pulp exposure) in which the non-remineralizable tissue is removed and a thin layer of caries is left in the deepest site of the cavity, avoiding the possibility of pulp exposure [Bjorndal et al., 2005]. The superficial layer of the carious dentin (which contains the majority of microorganisms) must be removed [Massler, 1972; Massara et al., 2002] and the affected dentin or the decalcified dentin could be left at the deepest portions of the cavity preparation, considering that this area might be remineralized and has a small amount of microorganisms. Under these circumstances, residual bacteria are isolated from nutrient sources, stop proliferating and die [Besic, 1943; Fitzgerald et al., 1991]. Studies have shown a reduction in the number of microorganisms and the arrestment of the active lesions after PCR [Aponte et al., 1966; Leung et al., 1980; Pinto et al., 2006].

There is evidence that PCR can be completed in a single clinical session, [Falster et al., 2002; Massara et al., 2002; Marchi et al., 2006; Pinto et al., 2006; Franzon et al., 2007] despite the satisfactory clinical and radiographic findings of previous studies with primary teeth [King et al., 1965; Aponte et al., 1966; Ribeiro et al., 1999; Farooq et al., 2000; Falster et al., 2002; Massara et al., 2002; Al-Zayer et al., 2003; Marchi et al., 2006; Pinto et al., 2006] that have supported the choice for a non-expectant treatment. A single clinical session means no need of re-opening the capped tooth within approximately 3 months after PCR and remove remaining dentin. In addition, this procedure may be a definitive treatment for the primary dentition since primary teeth have a defined biological cycle in the oral cavity.

The dentin microstructure in deciduous teeth has received limited attention. Studies have described dentin remineralization after PCR based on the increase content of calcium [Massara et al., 2002] and phosphorus [Eidelman et al., 1965]. A pilot study observed microhardness increase after ART *in vivo* [Santiago et al., 2005]

Literature shows that dentin hardness decreases from the dentin enamel junction to the pulp chamber wall in deciduous [Hosoya et al., 2000] and permanent sound teeth

[Pashley et al., 1985]. Also, the area under carious tissue is the softer region of carious dentin. Measurements of hardness are not possible to be performed for infected dentin considering its accentuated softness [Hosoya et al., 2000].

The aim of this study was to verify if PCR provides conditions for dentin remineralization, using microhardness measurements to estimate dentin mineral content of deciduous teeth.

## **MATERIALS AND METHODS**

### *Study Design*

The present research uses a sample of the randomized controlled experimental study developed by Pinto et al. [2006]. In the mentioned study, 39 teeth were submitted to PCR. The remaining carious dentin was capped with Calcium Hydroxide (CH) in 20 cases and with gutta-percha (GP) in 19. All teeth were restored with composite resin. After 36 months of following up, 29 teeth were reevaluated and 23 showed clinical and radiographic signs of normality [Franzon et al., 2007]. Eighteen teeth were collected after exfoliation, the rest could not be contacted and resulted in a drop out rate of 21.7%.

### *Sample - Test Group (treated)*

Of the 18 collected teeth, 6 were capped with calcium hydroxide-based cement (Dycal; Dentsply/Caulk, Milford, DE, USA) and 12 with gutta-percha (Caulk-Dentsply, Milford, DE, USA). Both groups were restored with composite resin (Z250; 3M/ESPE, St. Paul, MN, USA). On average, treated teeth had clinical and radiographic success of 4 years and 5 months of follow-up (ranging between 37 to 71 months). Success was characterized by the absence of pain, fistula, swelling of periodontal tissues, tooth mobility not associated with root resorption and periapical or furcation radiolucency.

### *Sample - Negative (carious) and Positive (sound) control groups*

The positive control group consisted of 10 sound primary molars and the negative control group consisted of 10 primary molars with deep acute carious lesions (near the pulp) diagnosed clinically and radiographically.



All teeth (sound, carious and treated) were obtained after natural exfoliation or extraction for reasons not related with this study and was stored in saline.

#### Sample Preparation

In the test group, restorations were removed from the teeth using spherical diamond burs n.1016 (KG Sorensen, São Paulo, SP, Brazil) at high-speed under continuous air/water spray cooling up near the cavity floor. The capping materials, CH and GP, were carefully removed with an excavator with no pressure on the remaining dentin.

In the positive control group (sound), cavities were prepared in dentin with spherical diamond burs n.1016 (KG Sorensen) at high-speed under continuous air/water spray cooling up to a depth of 3-4 mm, which was the average cavity depth observed in the treated group after removal of the restorations. In the negative control group (carious), the infected tissue was removed *in vitro* according to the same PCR criteria used in the treated group [Pinto et al., 2006].

#### *Microhardness Preparation*

The specimens in all groups were embedded in autopolymerizing acrylic resin (Clássico Dental Products, São Paulo, SP, Brazil) and were sectioned mesiodistally, using a sectioning machine (Isomet 2000<sup>®</sup>; Buehler, Lake Bluff, IL, USA) with a water-cooled 0.80-mm-thick diamond saw at low speed (3.500 rpm) and with 250 g load.

Sections were included in acrylic resin and were polished with water-cooled 1200-grit silicon carbide paper for 5 min in a polishing machine (Strues, Copenhagen, Denmark) with a load of 100 N and seep of 150 rpm. Final polishing was performed with felt disc and 0.5- $\mu$ m diamond paste for 10 min. The specimens were washed in running tap water, identified and properly stored in recipients with moist gauze.

#### *Microhardness Analysis*

Mean microhardness Knoop values were tested in a HMV Micro Hardness Tester (Shimadzu) using a load of 10 g for 10 seconds in five linear points starting 10  $\mu$ m from the cavity floor towards the pulp chamber wall. A distance of 25  $\mu$ m was left between each point, resulting in five measurement points at 10, 35, 60, 85, 110  $\mu$ m from the

cavity floor. For each depth, three measurements were made: one at the center or at the deepest part of the cavity and 100  $\mu\text{m}$  to the left and to the right of the first point (Figure 1). The average of these three measurements was used to estimate microhardness. The remaining dentin (distance in  $\mu\text{m}$  between the cavity floor to the pulp chamber wall) was measured to estimate similarities in all groups. The measurements of indentations and microhardness values were performed with the Software Newage Testing Instruments C.A.M.S. Testing System, installed in a computer, connected to the microhardness tester through the optic system with digital image transference (Genwac High Resolution).

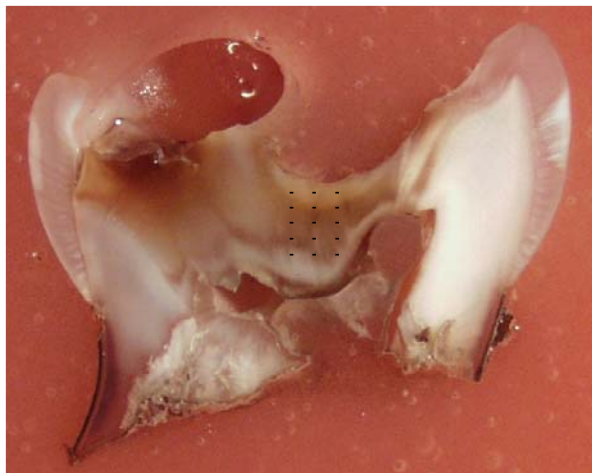


Figure 1. Microhardness analysis schematic drawing performed in three linear points with 100 $\mu\text{m}$  among them and five points in depth 10, 35, 60, 85 and 110  $\mu\text{m}$ .

### *Statistical Analyses*

Based on an accepted difference of 20 KNH among the groups (treated, sound and carious dentin), a confidence level of 95% and a power of 80%, it was estimated that 9 to 12 teeth were required for the study. Mineral content was compared among groups using Mann-Whitney U test. The microhardness values of carious, sound and treated dentin were compared among groups using a two-way ANOVA ( $\alpha=0.05$ ).

### *Ethical Aspects*

At the beginning of the treatment, subjects presented a caries activity profile and were enrolled in a dental care program that included routine professional monitoring of their oral health status. They received treatment for lesions arrestment, including extraction of unrestorable teeth, pulp treatment and restoration of carious lesions, as necessary, to allow the subjects to be able to control the bacterial biofilm by themselves. In addition, professional application of topical fluoride at regular intervals was done according to the caries risk assessment. Children were maintained in the program until the last evaluation of the present study and were included in a maintenance program after the end of the study.

All children's parents/caregivers were instructed with respect to the purposes of the study and read and signed an informed consent form for donation of the exfoliated primary teeth. The study protocol was approved by the Ethics in Research Committee of the Federal University of Rio Grande do Sul, Brazil.

## **RESULTS**

The t test revealed no statistically significant difference effect on microhardness measurements in both CH and GP treated teeth (Table 1). Considering similar performance of the treatments between the two capping materials (CH and GP), the treated groups were combined in one, for meanings of analysis in the present study...

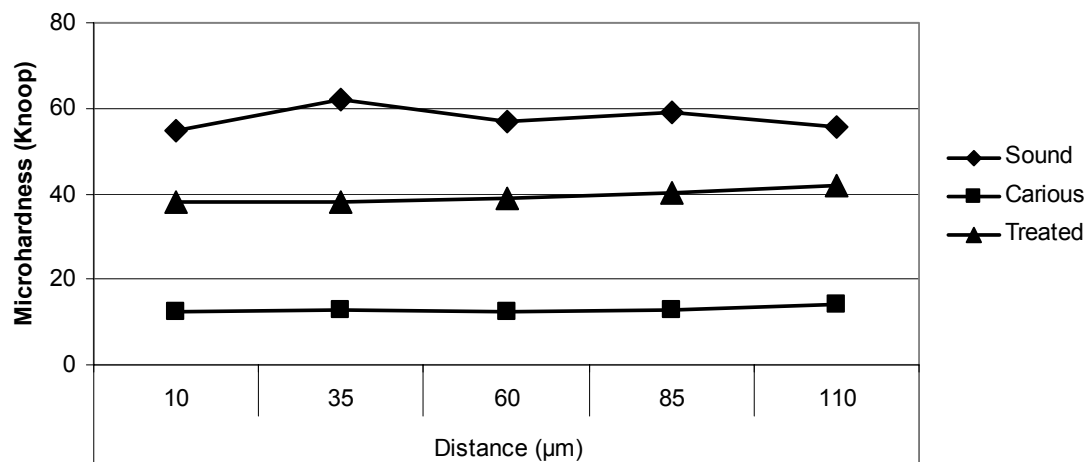
Despite the measurements of cavity depth, no difference was observed among the carious, sound and treated groups (means 852, 921, 833  $\mu\text{m}$ ;  $p= 0.108$ ).

Depth	Experimental Group	N	Mean±SD	p-value*
10µm	CH	5	35.8 ± 16.3	0.77
	GP	10	39.5 ± 23.7	
35µm	CH	5	32.8 ± 14.3	0.51
	GP	10	40.6 ± 23.6	
60µm	CH	5	33.5 ± 10.9	0.49
	GP	10	41.9 ± 25.1	
85µm	CH	5	35.7 ± 9.9	0.53
	GP	10	42.6 ± 22.5	
110µm	CH	5	37.5 ± 12.8	0.54
	GP	10	44.3 ± 22.1	

\* Independent samples t test

**Table 1.** Mean ± SD from microhardness values (Knoop number hardness) of CH and GP in all measured depths, showing there was no statistically significant difference among the groups in all evaluated depths.

Microhardness values of sound, carious and treated groups, respectively in depths of 10µm (54.8, 12.5, 38.3), 35µm (62.0, 13.0, 38.0), 60µm (56.8, 12.3, 39.1), 85µm (58.9, 13.0, 40.3) and 110µm (55.7, 14.2, 42.0) were statistically significant different ( $p \leq 0.01$ ) among the three groups (Figure 2).



**Fig. 2.** Microhardness values for all depths measured in sound, carious and treated dentin, showing there was a statistically significant difference among the groups in all evaluated depths.

## DISCUSSION

The suggestion that PCR provides conditions to remineralize remaining carious dentin in deciduous teeth [Falster et al., 2002; Massara et al., 2002; Marchi et al., 2006; Pinto et al., 2006; Franzon et al., 2007] was confirmed by this study, since the microhardness in treated teeth was significantly higher than in teeth with carious lesions.

Remineralization of teeth submitted to PCR was observed in the present study through microhardness analysis comparing. The treated group showed higher mineral values than the carious, but lower than the sound dentin group. These teeth remained from 37 to 71 months in the mouth of children demonstrating clinical and radiographic success characterized by the absence of pain, fistula, swelling of periodontal tissues, tooth mobility not associated with root resorption, periapical or furcation radiolucency. Moreover, teeth have been obtained for the laboratory study in the moment of exfoliation that was not accelerated in the treated group.

The analysis of the present study demonstrated that all cavities showed more than 3 mm clinical depth and no statistical difference was found among the three groups when remaining dentin (distance from the cavity floor to the pulp chamber wall) was measured (means of  $921\pm 418$ ,  $852\pm 408$ , and  $833\pm 432$   $\mu\text{m}$  for the sound, carious, and treated dentin, respectively;  $p=0.108$ ). Then, remaining dentin of all teeth from the *in vivo* part of the study and from the teeth with deep cavities preparation or partial caries removal of the *in vitro* part can be considered comparable (cavity depth).

In this study, teeth treated with CH and GP were arranged in the same group, once there was a small number of teeth in each group and they presented similar microhardness values (Table 1). Microhardness values were similar in all dentin depths from the surface to the deepest portion of the cavity for the treated group (CH and GP). This finding suggests no influence of the material over the tissue. When different materials were used on demineralized dentin *in vivo*, as calcium hydroxide, zinc oxide/eugenol cement, glass ionomer cement and adhesive system, the tissue became

harder and/or less infected. These alterations are due to treatment for the arrestment of the lesion in deciduous [King et al., 1965; Magnusson et al., 1977; Falster et al., 2002; Marchi et al., 2006; Pinto et al., 2006; Franzon et al., 2007] and permanent teeth [Eidelman et al., 1965; Fairbourn et al., 1980; Straffon et al., 1991; Bjorndal et al., 1997; Bjorndal et al., 2000; Oliveira et al., 2006].

In this study, the uniform hardness increase found in all dentin depths suggests that remineralization occurs independently of the use and type of the capping material. Probably, the effect is due to restorations of cavities with bonding materials (composite resin) which allows a satisfactory marginal sealing, making it difficult for the remaining microorganisms to survive under substrate restriction, and promoting dentin remineralization as a result of pulp reaction.

Although the satisfactory results found with the use of inert materials on remaining dentin [Eidelman et al., 1965; Pinto et al., 2006], CH remains as the elective material for the PCR technique, mainly because it is believed to be a remineralization inductive material [Eidelman et al., 1965; Bjorndal et al., 1997; Bjorndal et al., 2000; Falster et al., 2002; Maltz et al., 2002; Marchi et al., 2006; Pinto et al., 2006]. This material also possesses bacteriostatic and bactericidal properties, although these characteristics had no influence in the present findings, once it has been demonstrated that physical presence of bacteria does not interfere in the repair or arrestment of cavitation [King et al., 1965; Bjorndal et al., 1997; Bjorndal et al., 2000; Maltz et al., 2002; Parolo et al., 2006; Pinto et al., 2006]. In a study that total excavation was performed, complete elimination of bacteria involved in the caries process was not observed [Shovelton, 1968].

The most common defense reaction of the dentin-pulp complex is dentin sclerosis. Sclerosis consists in mineral deposition through and inside the dentin tubules, resulting in gradual occlusion and promoting higher resistance to dentin [Massler, 1967]. It is known that in pathologic situations and in restorative procedures, odontoblasts are stimulated to produce tertiary dentin through the expression of signaling molecules such as TGF- $\beta$  [About et al., 2001; Smith, 2002]. Besides this, many investigations found that after partial removal of carious tissue and sealing of the cavity there is a quantitative

reduction of microorganisms [King et al., 1965; Fairbourn et al., 1980; Bjorndal et al., 1997; Bjorndal et al., 2000; Maltz et al., 2002; Massara et al., 2002; Pinto et al., 2006].

The indication of PCR as a definitive technique in the deciduous dentition [Farooq et al., 2000; Falster et al., 2002; Massara et al., 2002; Al-Zayer et al., 2003; Marchi et al., 2006; Pinto et al., 2006; Franzon et al., 2007] can also be suggested by the clinical, radiographic and laboratory findings from the present study. Re-intervention or stepwise excavation of these teeth could have resulted in unnecessary pulp exposures. However, these originally acute caries patients should be included in a periodic program of oral health promotion and maintenance. Patients should be monitored through clinical and radiographic follow up and anamnesis data, avoiding re-opening of the tooth until its exfoliation.

In conclusion, we observed that there is remineralization of the carious dentin intentionally left under the restoration after PCR. This mineral gain probably is the result of the pulp biological response and not exclusively of the capping material stimulation.

## References

- About I, Mitsiadis TA: Molecular aspects of tooth pathogenesis and repair: in vivo and in vitro models. *Adv Dent Res*. 2001 Aug;15:59-62.
- Al-Zayer MA, Straffon LH, Feigal RJ, Welch KB: Indirect pulp treatment of primary posterior teeth: a retrospective study. *Pediatr Dent*. 2003 Jan-Feb;25(1):29-36.
- Aponte AJ, Hartsook JT, Crowley MC: Indirect pulp capping success verified. *J Dent Child*. 1966 May;33(3):164-166.
- Besic FC: The fate of bacteria sealed in dental cavities. *J Dent Res* 1943;22:349-354.
- Bjorndal L, Kidd EA: The treatment of deep dentine caries lesions. *Dent Update*. 2005 Sep;32(7):402-404, 407-410, 413.
- Bjorndal L, Larsen T: Changes in the cultivable flora in deep carious lesions following a stepwise excavation procedure. *Caries Res*. 2000 Nov-Dec;34(6):502-508.
- Bjorndal L, Larsen T, Thylstrup A: A clinical and microbiological study of deep carious lesions during stepwise excavation using long treatment intervals. *Caries Res*. 1997;31(6):411-417.
- Eidelman E, Finn S, Koulourides T: Remineralization of carious dentin treated with calcium hydroxide. *J Dent Res* 1965;32(4):218-225.
- Fairbourn DR, Charbeneau GT, Loesche WJ: Effect of improved Dycal and IRM on bacteria in deep carious lesions. *J Am Dent Assoc*. 1980 Apr;100(4):547-552.
- Falster CA, Araujo FB, Straffon LH, Nor JE: Indirect pulp treatment: in vivo outcomes of an adhesive resin system vs calcium hydroxide for protection of the dentin-pulp complex. *Pediatr Dent*. 2002 May-Jun;24(3):241-248.
- Farooq NS, Coll JA, Kuwabara A, Shelton P: Success rates of formocresol pulpotomy and indirect pulp therapy in the treatment of deep dentinal caries in primary teeth. *Pediatr Dent*. 2000 Jul-Aug;22(4):278-286.
- Fitzgerald M, Heys RJ: A clinical and histological evaluation of conservative pulpal therapy in human teeth. *Oper Dent*. 1991 May-Jun;16(3):101-112.
- Franzon R, Casagrande L, Pinto AS, Garcia-Godoy F, Maltz M, De Araujo FB: Clinical and radiographic evaluation of indirect pulp treatment in primary molars: 36 months follow-up. *Am J Dent* 2007;20:in press.
- Hosoya Y, Marshall SJ, Watanabe LG, Marshall GW: Microhardness of carious deciduous dentin. *Oper Dent*. 2000 Mar-Apr;25(2):81-89.
- King JB, Crawford JJ, Lindahl RL: Indirect pulp capping: a bacteriologic study of deep carious dentin in human teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1965;20:663-671.
- Leung RL, Loesche WJ, Charbeneau GT: Effect of Dycal on bacteria in deep carious lesions. *J Am Dent Assoc*. 1980 Feb;100(2):193-197.
- Magnusson BO, Sundell SO: Stepwise excavation of deep carious lesions in primary molars. *J Int Assoc Dent Child*. 1977 Dec;8(2):36-40.
- Maltz M, de Oliveira EF, Fontanella V, Bianchi R: A clinical, microbiologic, and radiographic study of deep caries lesions after incomplete caries removal. *Quintessence Int*. 2002 Feb;33(2):151-159.
- Marchi JJ, de Araujo FB, Froner AM, Straffon LH, Nor JE: Indirect pulp capping in the primary dentition: a 4 year follow-up study. *J Clin Pediatr Dent*. 2006 Winter;31(2):68-71.



- Massara ML, Alves JB, Brandao PR: Atraumatic restorative treatment: clinical, ultrastructural and chemical analysis. *Caries Res.* 2002 Nov-Dec;36(6):430-436.
- Massler M: Pulpal reactions to dental caries. *Int Dent J.* 1967 Jun;17(2):441-460.
- Massler M: Therapy conducive to healing of the human pulp. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1972 Jul;34(1):122-130.
- Oliveira EF, Carminatti G, Fontanella V, Maltz M: The monitoring of deep caries lesions after incomplete dentine caries removal: results after 14-18 months. *Clin Oral Investig.* 2006 Jun;10(2):134-139.
- Parolo CC, Maltz M: Microbial contamination of noncavitated caries lesions: a scanning electron microscopic study. *Caries Res.* 2006;40(6):536-541.
- Pashley D, Okabe A, Parham P: The relationship between dentin microhardness and tubule density. *Endod Dent Traumatol.* 1985 Oct;1(5):176-179.
- Pinto AS, de Araujo FB, Franzon R, Figueiredo MC, Henz S, Garcia-Godoy F, et al.: Clinical and microbiological effect of calcium hydroxide protection in indirect pulp capping in primary teeth. *Am J Dent.* 2006 Dec;19(6):382-386.
- Ribeiro CC, Baratieri LN, Perdigao J, Baratieri NM, Ritter AV: A clinical, radiographic, and scanning electron microscopic evaluation of adhesive restorations on carious dentin in primary teeth. *Quintessence Int.* 1999 Sep;30(9):591-599.
- Santiago BM, Ventin DA, Primo LG, Barcelos R: Microhardness of dentine underlying ART restorations in primary molars: an in vivo pilot study. *Br Dent J.* 2005 Jul 23;199(2):103-106.
- Shovelton DS: A study of deep carious dentine. *Int Dent J.* 1968 Jun;18(2):392-405.
- Smith AJ: Pulpal responses to caries and dental repair. *Caries Res.* 2002 Jul-Aug;36(4):223-232.
- Straffon LH, Corpron RL, Bruner FW, Daprai F: Twenty-four-month clinical trial of visible-light-activated cavity liner in young permanent teeth. *ASDC J Dent Child.* 1991 Mar-Apr;58(2):124-128.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

---

A permanência dos dentes na cavidade bucal até o momento da sua esfoliação, sem apresentar sintomatologia dolorosa ou sinais de patologia pulpar, indica a técnica de Remoção Parcial de Tecido Cariado como uma alternativa terapêutica segura em dentes decíduos portadores de lesões cariosas agudas profundas.

Com relação aos materiais forradores, o hidróxido de cálcio é considerado pela literatura como medicamento de eleição para a técnica. No entanto, os resultados obtidos no presente estudo sugerem não haver a necessidade da utilização desse medicamento, uma vez que se obteve sucesso semelhante quando utilizado um material inerte (guta-percha).

Os resultados clínicos e radiográficos satisfatórios em longo prazo (média de 4 anos e 5 meses de acompanhamento) encontrados nesse estudo, além da remineralização da dentina, indicam que é desnecessária a reabertura do dente decíduo e a remoção do tecido remanescente.

## 6. CONCLUSÕES

---

O tratamento de lesões agudas profundas em dentina em molares decíduos através da RPTC mostrou resultados clínicos e radiográficos satisfatórios após 4 anos e 5 meses de acompanhamento, demonstrando ser esse uma técnica segura em dentes decíduos.

A avaliação laboratorial da dentina remanescente, através da microdureza, mostrou maior dureza nos dentes tratados quando comparada à dentina cariada, sugerindo ganho mineral após o tratamento.

Os achados sugerem ser essa uma técnica realizada em um único procedimento e de caráter definitivo na dentição decídua.

## 7. PERSPECTIVAS

---

Constatar quais os elementos químicos estão presente na dentina hígida e cariada e investigar o(s) provável (eis) elemento (s) responsável (eis) pelo aumento da dureza da dentina após a RPTC, através da análise química por EDS;

Após a dissolução da dentina (em meio ácido), realizar a dosagem de cálcio e fosfato.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- ABOUT, I.; MITSIADIS, T. A. Molecular aspects of tooth pathogenesis and repair: In vivo and in vitro models. **Adv. Dent. Res.**, Chicago, v. 15, p. 59-62, Aug. 2001.
- AL-ZAYER, M. A. et al. Indirect pulp treatment of primary posterior teeth: A retrospective study. **Pediatr. Dent.**, Chicago, v. 25, no. 1, p. 29-36, Jan./Feb. 2003.
- APONTE, A. J.; HARTSOOK, J. T.; CROWLEY, M. C. Indirect pulp capping success verified. **ASDC J. Dent. Child**, Chicago, v. 33, no. 3, p. 164-166, May 1966.
- BESIC, F. C. The fate of bacteria sealed in dental cavities. **J. Dent. Res.**, Washington, v. 22, no. 5 p. 349-354, Oct. 1943.
- BJÖRNAL, L.; KIDD, E. A. The treatment of deep dentine caries lesions. **Dent. Update**, Chicago, v. 32, no. 7, p. 402-404, 407-410, 413, Sep. 2005.
- BJÖRNDAL, L.; LARSEN, L. Changes in the cultivable flora in deep carious lesions following a stepwise excavation procedure. **Caries Res.**, Basel, v. 34, no. 6, p. 502-508, Nov./Dec. 2000.
- BJÖRNDAL, L., LARSEN, L.; THYLSTRUP, A. A clinical and microbiological study of deep carious lesions during stepwise excavation using long treatment intervals. **Caries Res.**, Basel, v. 31, no. 6, p. 411-417, Nov./Dec. 1997.
- BRESSANI, A. E. L. **Avaliação da coloração, consistência e contaminação da dentina de dentes decíduos submetidos ao capeamento pulpar indireto com remoção parcial de tecido cariado.** 2003. 67f. Dissertação (Mestrado em Clínica Odontológica-Odontopediatria) Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.
- EIDELMAN, E.; FINN, S.; KOULOURIDES, T. Remineralization of carious dentin treated with calcium hydroxide. **J. Dent. Child.**, Detroit, v. 32, no. 4, p. 218-225, Fourth quarter, 1965.
- FAIRBOURN, D. R.; CHARBENEAU G. T.; LOESCHE, W. J. Effect of improved dycal and IRM on bacteria in deep carious lesions. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v. 100, no. 4, p. 547-552, Apr. 1980.
- FALSTER, C. A. et al. Indirect pulp treatment: In vivo outcomes of an adhesive resin system vs calcium hydroxide for protection of the dentin-pulp complex. **Pediatr. Dent.**, Chicago, v. 24, no. 3, p. 241-248, May/June 2002.
- FAROOQ, N. S. et al. Success rates of formocresol pulpotomy and indirect pulp therapy in the treatment of deep dentinal caries in primary teeth. **Pediatr. Dent.**, Chicago, v. 22, no. 4, p. 278-286, July/Aug. 2000.

FEATHERSTONE, J. D. et al. Comparison of artificial caries-like lesions by quantitative microradiography and microhardness profiles. **Caries Res.**, Basel, v. 17, no. 5, p. 385-391, 1983.

FITZGERALD, M.; HEYS, R. J. A clinical and histological evaluation of conservative pulpal therapy in human teeth. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 16, no. 3, p. 101-112, May/June 1991.

FRANZON, R. et al. Clinical and radiographic evaluation of indirect pulp treatment in primary molars: 36 months follow-up. **Am. J. Dent.**, Miami, v. 20, no. 3, p. 189-192, June 2007.

HANDELMAN, S. L. et al. Clinical radiographic evaluation of sealed carious and sound tooth surfaces. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v. 113, no. 5, p. 751-754, Nov. 1986.

HOSOYA, Y. et al. Microhardness of carious deciduous dentin. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 25, no. 2, p. 81-89, Mar./Apr. 2000.

KATO, S.; FUSAYAMA, T. Recalcification of artificially decalcified dentin in vivo. **J. Dent. Res.**, Washington, v. 49, no. 5, p. 1060-1067, Sep./Oct. 1970.

KIDD, E. A. M.; JOYSTON-BECHAL, S.; BEIGHTON, D. Microbiological validation of assessments of caries activity during cavity preparation. **Caries Res.**, Basel, v. 27, no. 5, p. 402-408, Sept./Oct. 1993.

KING, J. B.; CRAWFORD, J. J.; LINDAHL, R. L. Indirect pulp capping: a bacteriologic study of deep carious dentin in human teeth. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, Sant. Louis, v. 20, no. 5, p. 663-671, Nov. 1965.

LEKSELL, E. et al. Pulp exposure after stepwise versus direct complete excavation of deep carious lesions in young posterior permanent teeth. **Endod. Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v. 12, no. 4, p. 192-196, Aug. 1996.

LEUNG, R. L.; LOESCHE, W.J.; CHARBENEAU, G. T. Effect of dycal on bacteria in deep carious lesions. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v. 100, no. 2, p. 193-197, Feb. 1980.

MAGNUSSON, B. O.; SUNDELL, S. O. Stepwise excavation of deep carious lesions in primary molars. **J. Int. Assoc. Dent. Child.**, v. 8, no. 2, p. 36-40, Dec. 1977.

MALTZ, M. et al. A clinical, microbiologic, and radiographic study of deep caries lesions after incomplete caries removal. **Quintessence Int.**, Berlin, v. 33, no. 2, p. 151-159, Feb. 2002.

MARCHI, J. J. **Análise da dentina de dentes decíduos submetidos ao capeamento pulpar indireto.** 2005. 62f. Dissertação (Mestrado em Clínica Odontológica-

Odontopediatria) Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

MARCHI, J. J. et al. Indirect pulp capping in the primary dentition: A 4 year follow-up study. **J. Clin. Pediatr. Dent.**, v. 31, no. 2, p. 68-71, Winter 2006.

MASSARA, M. L. A.; ALVES, J. B.; BRANDÃO, P.R.G. Atraumatic restorative treatment: clinical, ultrastructural and chemical analysis. **Caries Res.**, Basel, v. 36, no. 6, p. 430-436, Nov./Dec. 2002.

MASSLER, M. Pulpal reactions to dental caries. **Int. Dent. J.**, Bristol, v. 17, no. 2, p. 441-460, June 1967.

MASSLER, M. Therapy conducive to healing of the human pulp. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, Sant. Louis, v. 34, no. 1, p. 122-130, July 1972.

MERTZ-FAIRHURST, E. J. et al. Ultraconservative and cariostatic sealed restorations: results at year 10. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v. 129, no. 1, p. 55-66, Jan. 1998.

MILLER, W. A.; MASSLER, M. Permeability and staining of active and arrested lesions in dentine. **Brit. Dent. J.**, London, v. 112, no. 3, p. 187-197, Mar. 1962.

OGUSHI, K.; FUSAYAMA, T. Electron microscopic structure of the two layers of carious dentin. **J. Dent. Res.**, Chicago, v. 54, no. 5, p. 1019-1026, Sep./Oct. 1975.

OLIVEIRA, E. F. et al. The monitoring of deep caries lesions after incomplete dentine caries removal: results after 14-18 months. **Clin. Oral. Investig.**, v. 10, no. 2, p. 134-139, June 2006.

PAROLO, C. C.; MALTZ, M. Microbial contamination of noncavitated caries lesions: a scanning electron microscopic study. **Caries Res.**, Basel, v. 40, no. 6, p. 536-541, 2006.

PASHLEY, D.; OKABE, A.; PARHAM, P. The relationship between dentin microhardness and tubule density. **Endod. Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v. 1, no. 5, p. 176-179, Oct. 1985.

PINTO, A. S. et al. Clinical and microbiological effect of calcium hydroxide protection in indirect pulp capping in primary teeth. **Am. J. Dent.**, Miami v. 19, no. 6, p. 382-386, Dec. 2006.

Projeto SB Brasil 2003. Condições de Saúde Bucal da população Brasileira 2002-2003. Brasília-DF 2004.

RANLY, D. M.; GARCIA-GODOY, F. Current and potential pulp therapies for primary and young permanent teeth. **J. of Dent.**, Eviden, v. 28, no. 3, p. 153-161, Mar. 2000.

RIBEIRO, C. C. et al. A clinical, radiographic, and scanning electron microscopic evaluation of adhesive restorations on carious dentin in primary teeth. **Quintessence Int.**, Berlin, v. 30, no. 9, p. 591-599, Sep. 1999.

RICKETTS, D. N.; KIDD, E. A.; BEIGHTON, D. Operative and microbiological validation of visual, radiographic and electronic diagnosis of occlusal caries in non-cavitated teeth judged to be in need of operative care. **Br. Dent. J.**, London, v. 179, no. 6, p. 214-220, Sep. 1995.

RICKETTS, D. N. J; KIDD, E. A. M.; INNES, N.; CLARKSON, J. Complete or ultraconservative removal of decayed tissue in unfilled teeth. *Cochrane Database of Systematic Reviews 2006*, Issue 3. Art. No.: CD003808. DOI: 10.1002/14651858.CD003808.pub2.

SARNAT, H.; MASSLER, M. Microstructure of active and arrested dentinal caries. **J. Dent. Res.**, Chicago, v. 44, no. 06, p. 1389-1401, Nov./Dec. 1965.

SHOVELTON, D. S. A study of deep carious dentine. **Int. Dent. J.**, Bristol, v. 18, no. 2, p. 392-405, Jun. 1968.

SMITH, A. J. Pulpal responses to caries and dental repair. **Caries Res.**, Basel, v. 36, no. 4, p. 223-232, July/Aug. 2002.

STRAFFON, L. H. et al. Twenty-four-month clinical trial of visible-light-activated cavity liner in young permanent teeth. **ASDC J. Dent. Child**, Chicago, v. 58, no. 2, p. 124-128, Mar./Apr. 1991.

VIJ, R. et al. Caries control and other variables associated with success of primary molar vital pulp therapy. **Pediatr. Dent.**, Chicago, v. 26, no. 3, p. 214-220, May/June 2004.



## 9. ANEXOS

---

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
 FACULDADE DE ODONTOLOGIA - PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
 MESTRADO EM CLÍNICA ODONTOLÓGICA – ODONTOPEDIATRIA

**Termo de consentimento livre e esclarecido pós-informação, conforme  
 resolução nº 196 de 10/10/96 do Conselho Nacional de Saúde**

A cárie é uma doença causada por fatores associados como o acúmulo de placa, o consumo exagerado de açúcar, a má higiene bucal e a ausência do uso do flúor. Se observada precocemente, pode ser revertida por técnicas conservadoras evitando as restaurações. Quando não tratada de forma correta, pode levar a grande destruição dos dentes, dor e até perda dos dentes, tanto os decíduos (de leite), quanto os permanentes. Os dentes decíduos são extremamente importantes para o correto desenvolvimento da mastigação e do crescimento da face das crianças, além de servirem como guias para os permanentes. A remoção de toda cárie, principalmente as mais profundas, pode levar à exposição da polpa dentária (porção interna do dente, onde se localiza o nervo e os vasos sanguíneos) e à necessidade de tratamento do canal.

Essa pesquisa tem como proposta estudar uma técnica onde não se remove toda a cárie, mantendo-se uma camada fina apenas na parte mais profunda da lesão cariada, para evitar a exposição da polpa dentária, evitando a necessidade de tratamento de canal.

Para participar deste estudo, é necessário que antes da esfoliação ou da extração do dente de leite (que será indicada por motivos ortodônticos ou porque está com dificuldade de cair naturalmente), uma radiografia e um exame sejam realizados, e que após a extração ou esfoliação, o dente seja doado para a disciplina de Odontopediatria. Estes exames serão realizados pela dentista responsável pelo estudo sem nenhum custo e desconforto para seu filho.

As pesquisas são fundamentais para a descoberta de novos conhecimentos que beneficiarão muitos pacientes que buscam, como você, atendimento nesta Faculdade. Portanto, a sua ajuda comparecendo às consultas marcadas e doando o dente para a disciplina é indispensável para o sucesso deste trabalho. De acordo com a sua conveniência, você terá a liberdade para retirar a qualquer momento a criança deste tratamento.

Eu \_\_\_\_\_, portador (a) do RG \_\_\_\_\_ declaro ter lido e entendido as informações contidas nesse documento, concordando com a participação do menor \_\_\_\_\_ nessa pesquisa, assim como a doação do dente de leite após a extração ou esfoliação.

Porto Alegre, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
 Assinatura do responsável

Pesquisadores responsáveis: Dra. Renata Franzon e Prof. Dr. Fernando Borba de Araujo  
 Telefone: 51 3308-5027 ou 51 3332-3446 ou 9604-512