

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

DEPARTAMENTO DE PROCESSOS DE DIAGNÓSTICOS
E TERAPÊUTICAS COMPLEMENTARES

"ESTUDO COMPARATIVO ENTRE AS ALTERAÇÕES DE
RADIOPACIDADE CAUSADAS EM RESINAS COMPOS
TAS PELA ADIÇÃO DE PROPORÇÕES VARIÁVEIS
DE SULFATO DE BÁRIO E DE FLUORETO DE BÁ
RIO".

TRABALHO SUBMETIDO À UNI
VERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA PARA
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM CIÊNCIAS.

EDEMIR COSTA

- 1978 -

ESTA DISSERTAÇÃO FOI JULGADA ADEQUADA PARA A
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM CIÊNCIAS -
ESPECIALIDADE ODONTOPEDIATRIA E APROVADA EM
SUA FORMA FINAL PELO PROGRAMA DE PÓS-
GRADUAÇÃO.

Prof. DELMO TAVARES
- ORIENTADOR -

Prof. ILSON JOSÉ SOARES
- INTEGRADOR DO CURSO -

APRESENTADA PERANTE A BANCA EXAMINADORA COM
POSTA DOS PROFESSORES:

DEDICO ESTE TRABALHO

AO MEU PAI E À MINHA MÃE.

À MINHA ESPOSA, JANETE E À MINHA FILHA
DÉBORA PELA COMPREENSÃO E ESTÍMULO.

O AUTOR

AGRADECIMENTOS

NOSSO AGRADECIMENTO AOS PROFESSORES E AMIGOS QUE NÃO SE FURTARAM EM COLABORAR NA ELABORAÇÃO DESTE TRABALHO:

JOSE URUBATAN LIMA DE SOUZA AFFONSO

NELSI-HELENA COSTA

NILSON PAULO

OCTACÍLIO SCHÜLER SOBRINHO

ROGÉRIO H. H. DA SILVA

TELMO TAVARES

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

UM LUGAR DE DESTAQUE PARA AQUELES QUE SERVIRAM DE ALICERCE, TANTO PARA NOSSA CAR
REIRA NO MAGISTÉRIO SUPERIOR BEM COMO PARA A ELABORAÇÃO DA PRESENTE DISSERTAÇÃO.

DELMO TAVARES, QUE COM SUA CAPACIDADE, ESFORÇO E AMIZADE POSSIBILITOU A REALIZAÇÃO
DESTE TRABALHO.

JOSE EDU ROSA, QUE NOS ENCAMINHOU NA CARREIRA DO MAGISTÉRIO SUPERIOR.

MURILLO JOSE NUNES DE ABREU, MESTRE E AMIGO, TAMBÉM RESPONSÁVEL POR NOSSA FORMAÇÃO.

SUMÁRIO

vi

Capítulo 1 - Introdução	p.	2
Capítulo 2 - Revista bibliográfica	p.	7
Capítulo 3 - Proposição	p.	13
Capítulo 4 - Materiais e métodos		
4.1 - Materiais	p.	15
4.2 - Aparelhos	p.	16
4.3 - Instrumentos e dispositivos	p.	16
4.4 - Método	p.	18
Capítulo 5 - Resultados e discussão	p.	24
Capítulo 6 - Conclusões	p.	37
Capítulo 7 - Referências bibliográficas	p.	41
Apêndice	p.	44

RESUMO

O autor estudou comparativamente o efeito de radiopacificação de dois sais pesados - fluoreto de bário e sulfato de bário - quando adicionados a 3 resinas compostas (ADAPTIC, CONCISE e SMILE), em proporções de 0, 10, 20, 30 e 40% em peso. Para tal foram confeccionados corpos de prova, inserindo-se as diversas misturas materiais x radiopacificadores, em anéis de P.V.C. rígido de 5mm de altura e 10mm de diâmetro interno. Desta forma obteve-se 150 corpos de prova: 3 materiais x 2 radiopacificadores x 5 proporções de radiopacificadores x 5 réplicas. Estes corpos de prova foram radiografados sob regime de 65 kVp, 10mAs; revelação de 4 minutos a 21°C. As radiografias obtidas foram analisadas fotodensitometricamente, onde se efetuavam as leituras dos graus de "transmitâncias" óticas das várias imagens num total de 1.500 leituras. Os dados destas leituras permitiram através de análise estatística, uma comparação entre os efeitos, estritamente de radiopacificação, do fluoreto de bário e sulfato de bário, quando adicionados às resinas em estudo.

SUMMARY

The author study comparatively the radiopacification effect of two heavy salts - barium sulphate and barium fluoride - when added to three composites (ADAPTIC, CONCISE and SMILE), in proportions of 0, 10, 20, 30 and 40% in weight. Samples were made with hard PVC rings with the mixture composite - radiopaque material. By this way 150 samples were obtained: three composites x two radiopaque materials x five proportions of radiopaque materials x five replica. Those samples were radiographed under 65 kVp and 10 mA conditions; the radiographs were developed in 4 minutes under a temperature of 21^o C. The obtained radiographs were photodensitometrically analysed and 1500 lectures of the optical transmittance degree were made. The lectures data, through a statistic analysis, allowed the comparison among the radiopacification effects of barium fluoride and barium sulphate when added to the composites.

1. INTRODUÇÃO

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

Apesar da sentida evolução na indústria moderna dos materiais odontológicos - o que tem proporcionado ao odontólogo materiais de propriedades excelentes - ainda permanece a incidência de alguns problemas clínicos no uso destes produtos, ressaltando-se por exemplo, aqueles ligados ao aspecto radiolúcido de materiais de finalidade protética, forradores e restauradores.

TAVARES e Col.²⁵ (1975) citam como de grande importância os acidentes de deglutição e aspiração de peças protéticas confeccionadas com resina acrílica (sobre o que fizeram amplo levantamento da literatura); presença de imagens radiolúcidas na coroa do dente, o que poderia ser interpretado como restauração com material radiolúcido, cárie ou cavidade aberta por remoção de cárie; imagens radiolúcidas sob restaurações, que podem ser interpretadas como recidiva de cárie ou forramento com material radiolúcido; dificuldade de precisar os limites das restaurações e suas relações com a cavidade pulpar, nos casos de materiais que, por efeito de espessura, aparecem com radiopacidade semelhante à da dentina.

A solução desses impasses justifica a ênfase que se procura dar à radiopacificação dos materiais odontológicos. Esta necessidade já é sentida há muito tempo, ainda que são mais recentemente se tem intensificado as pesquisas no sentido de se obter a radiopacificação. Pesquisas recentes como as de SAHS¹⁹ (1967), ELZAY¹² (1971), MOLNAR¹⁶ (1972), LEE & ORLOWSKI¹⁵ (1973), PAFFEMBARBER¹⁷ (1974), têm procurado adicionar radiopacidade às resinas acrílicas de uso protético e aos materiais de forramento e restauradores.

Sem querermos estabelecer precisão cronológica, afirmamos que esta última década viu uma verdadeira revolução em termos de materiais restauradores ditos estéticos, isto com o lançamento no mercado odontológico, das resinas compostas.

Recomendadas como de uso restrito segundo especificações dos próprios fabricantes e sociedades de controle dos produtos - como a ADA -, as resinas compostas estão hoje sendo usadas largamente na dentisteria e ainda como coad

juvante em preparos protéticos. Tal uso tem suscitado nos pesquisadores e nos próprios fabricantes, a preocupação de tornar estas resinas radiopacas. Para reforçar o que já citamos no início deste capítulo, quanto aos problemas clínicos ocasionados pelo uso do material restaurador radiolúcido, acrescentamos que as resinas compostas aduzem mais um: a detecção de eventuais excessos subgingivais, mais preocupantes neste material, pela dificuldade prática de retirá-los.

A partir de 1969, uma linha de pesquisa tem sido executada nos Estados Unidos por BOWEN & CLEEK⁴⁻⁵ (1969-1972) e CHANDLER et alii⁸ (1970), usando pequenas esferas de vidro contendo sais de bário na sua composição que, adicionadas às resinas compostas, inferem radiopacidade às mesmas.

Até mesmo os fabricantes de materiais restauradores tem-se preocupado em torná-los radiopacos - caso do SMILE, PRESTIGE e o HL-72 e mais modernamente o ADAPTIC - afim de se evitar os problemas causados por suas radiolucidez. No entanto, segundo os critérios de TAVARES²⁴ (1974), tal radiopacidade não chega a ser satisfatória.

Em 1974, deu-se início no Curso de Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina, a uma linha de pesquisa sobre radiopacidade de materiais odontológicos, onde o presente trabalho se agrega, razão pela qual passamos a fazer comentários sintéticos sobre os trabalhos já realizados.

TAVARES²⁴ (1974), num estudo fotodensitométrico analisou o comportamento radiográfico de 28 materiais não metálicos e estabeleceu a radiopacidade mínima necessária para uma perfeita visualização radiográfica, diferenciando - os dos tecidos do dente. O autor concluiu que a radiopacidade mínima aceitável é aquela do cimento OPOTOW.

ABREU¹ (1974) selecionou dentre os materiais estudados por TAVARES²⁴ (1974), aqueles que não possuíam a radiopacidade mínima e acrescentou a eles quantidades variáveis de sulfato de bário, necessárias para atribuir-lhes a exigida radiopacidade.

SOARES²² (1974) investigou a compatibilidade biológica dessas associações (material + radiopacificador), estudadas por ABREU¹ (1974), quando implantadas no tecido conjuntivo de rato.

DOMINGUES¹¹ (1974) investigou a reação biológica às das resinas com postas, quando implantadas no tecido conjuntivo do rato.

TAVARES²⁶ (1974) estudou fotodensitometricamente o comportamento do sulfato de bário em relação ao fluoreto de bário, quanto as qualidades de ra diopacificadores, quando acrescentados ao ADAPTIC e SMILE. Investigou ainda a rea ção biológica desses materiais acrescentados dos radiopacificadores quando implanta dos em tecidos conjuntivos do rato.

SILVA²¹ (1974) analisou as alterações de cor ocorridas com resi nas compostas quando adicionadas de sulfato de bário e de fluoreto de bário com finalidade de radiopacificação.

CALDEIRA DE SENNA⁷ (1976) estudou a influência na cor de resinas compostas e de associações resinas + radiopacificadores, com relação ao tipo de es pátula usada para a manipulação.

Como se vê, os radiopacificadores empregados nesta linha de pes quisa foram: o sulfato de bário e o fluoreto de bário. Esta escolha se deve ao fa to de serem estes os materiais mais experimentados pelos cientistas em seus traba lhos de radiopacificação de materiais por se mostrarem mais promissores como se po derã observar no capítulo seguinte.

Parece haver uma concordância quanto a igualdade de valor entre o sulfato de bário e o fluoreto de bário, no que tange ao nível de radiopacidade que eles inferem aos materiais em que são acrescentados, ainda que haja uma certa pre ferência entre os autores pelo fluoreto de bário, por alterar menos a cor dos ma teriais.

No entanto, encontramos na literatura apenas o trabalho de TAVA RES²⁶ (1974) que se preocupou em comparar quantitativamente a influência radiopa cificadora destes sais. Tendo-os estudado quando adicionados em apenas duas resi nas compostas e tirado suas conclusões dos resultados absolutos da análise foto densitométrica, parece que TAVARES²⁶ nos forneceu oportunidade de aprofundar suas investigações utilizando-se de 3 resinas compostas e fazendo os dados fotodensito métricos passarem por um rigoroso trato estatístico.

As afirmações emitidas neste capítulo são embasadas na literatura

específica que, junto com outras informações necessárias à composição deste trabalho, compõem o capítulo que segue.

2. REVISTA BIBLIOGRÁFICA

CAPÍTULO 2

REVISTA BIBLIOGRÁFICA

Até alguns anos atrás o conhecimento que se tinha sobre as características de radiopacidade ou radiolucidez dos materiais odontológicos era mais ou menos estandarizado. Assim, como materiais radiolúcidos conhecia-se de maneira geral, os silicatos, as resinas acrílicas e os hidróxidos de cálcio, e como radiopacos, os metais, os produtos à base de zinco e a guta-percha.

O avanço da moderna indústria dos materiais odontológicos, impôs uma revisão nesse conceito devido ao aparecimento de materiais de características radiográficas ignoradas. Apesar disso, poucos foram os que se preocuparam em efetuar trabalhos rigorosamente científicos que mostrassem a atualidade do assunto.

Entre os poucos que o fizeram podemos citar: DEGERING & BUSEMAN¹⁰ (1962) que estudaram fotodensitometricamente dez materiais e estruturas anatômicas orais onde se incluíam materiais de uso mais tradicional na dentisteria e uma secção do osso mandibular. Como este trabalho incluía apenas materiais já tradicionalmente conhecidos no uso clínico, o mérito da pesquisa se resumiu numa sistematização que os autores fizeram em cinco grupos distintos, constituídos segundo a diferença de radiopacidade entre eles.

BENAZZI & GORINI³ (1964) aduziram à pesquisa acima citada, conhecimentos sobre radiopacidade de alguns materiais não utilizados por DEGERING & BUSEMAN¹⁰ (1962), como os cimentos de sílico-fosfato, concluindo que algumas marcas comerciais deste material apresentam densidade maior que a da dentina, enquanto que outras se mostram com densidade inferior à da dentina.

GONÇALVES & BOSCOLO¹³ (1970) determinaram fotodensitometricamente as características radiográficas de 30 materiais classificados em 8 grupos, por suas naturezas: cimento de zinco, pasta de óxido de zinco e eugenol, metais fusíveis, amálgamas, guta-perchas, cimentos de silicato, resinas acrílicas de auto polimerização e hidróxido de cálcio. Este estudo foi realizado através de radiografias obtidas de corpos de prova circulares confeccionados com os vários materiais medindo 7mm de espessura e 17mm de diâmetro. Concluíram estes autores que existem

pequenas diferenças na absorvância dos materiais do mesmo grupo.

TAVARES²⁴ (1974) estudou fotodensitometricamente 28 materiais for radores e restauradores, onde incluiu os mais recentes produtos comerciais lança dos até aquela data. Sistematizou os materiais segundo três grupos de radiopacida de e determinou radiopacidade mínima necessária para que um material pudesse ser detectado radiograficamente, quaisquer que fossem o dente, a área do dente em que fosse usado e as características da incidência radiográfica. Esta radiopacidade é a apresentada pelo cimento de marca "OPOTOW".

Conhecedores dos problemas clínicos causados pelo uso de materiais comprovadamente radiolúcidos, já considerados na introdução deste trabalho, auto res iniciaram pesquisas no sentido de conferir radiopacidade a estes materiais. Inserções metálicas e inclusões de sais pesados foram usadas para radiopacificar desde as resinas acrílicas de uso protético a partir provavelmente do trabalho de LEADER¹⁴ (1945), até os esforços atuais de fabricar resina composta radiopaca com uso de pérolas de vidro radiopacificadoras fabricadas pela Corning Glass Co, dos Estados Unidos.

Tendo em vista a dificuldade técnica de utilização da inserção me tática, os trabalhos de mais importância nesta área foram realizados com inclu sões de sais pesados nos materiais radiolúcidos. O bismuto, iodo, sulfato de bário e fluoreto de bário, são os sais mais utilizados para este fim. Com alguns trabalhos que a seguir citaremos, procuraremos demonstrar a predileção dos auto res pelos sais de bário, principalmente o fluoreto.

BURSEY & WEBB⁶ (1960) estudaram a adição em resina acrílica de óxi do de magnésio, sub-carbonato de bismuto, sulfato de bário e fluoreto de bário (em concentrações de 1,9 até 50% em peso) e concluíram que o fluoreto de bário era o aditivo mais promissor.

SHELDON²⁰ (1960) adicionou 1 parte de prata precipitada em 6 par tes de pasta de hidróxido de cálcio com metil celulose para conferir radiopacida de ao material utilizado em forramento pulpar. Concluiu que o material se tornava radiopaco sem alterar suas qualidades.

ALVARES² (1966) concluiu, em pesquisa realizada com adição de sul

fato de bário à resina acrílica usada na fabricação de peças protéticas, que 15% deste aditivo atribuía radiopacidade aceitável quando radiografado em contraste com os tecidos do crânio. O autor observou ainda que nesta porcentagem o aditivo não alterou as propriedades físicas e a compatibilidade biológica.

SAHS¹⁹ (1967) estudou o comportamento radiográfico do hidróxido de cálcio quando adicionado de óxido de zinco e de sulfato de bário.

STAFFORD & MacCULLOCH²³ (1971) trabalhando com pérolas de vidro contendo além de 75% de bismuto na sua composição, procuraram radiopacificar resina acrílica. Declaram que o bismuto leva vantagem sobre o iodo e bário em virtude do maior número atômico, o que garante maior absorção dos raios X. Adições de 5 a 15% do vidro foram estudadas pelos autores que concluíram ser possível conferir radiopacidade aos polímeros de base de dentadura, utilizando-se esses vidros.

ELZAY e Cols.¹² (1971) obtiveram misturas de resina acrílica com radiopacificadores diversos (sulfato de bário, fluoreto de bário e sub-nitrato de bismuto) e com elas confeccionaram dentaduras para uma observação clínica em pacientes. Consideraram o fluoreto de bário como o mais promissor dos aditivos por satisfazer as condições de radiopacidade e não prejudicar as propriedades físicas e estéticas da resina. Avaliaram também através de biópsias realizadas em vários períodos - por dois anos - a toxidez dessa mistura aos tecidos bucais em contato com as dentaduras com ela confeccionadas. No tempo em que se desenvolveu a experiência nenhuma alteração clínica ou histopatológica foi verificada nas mucosas e que pudesse ser associada à presença de fluoreto de bário nas bases das dentaduras. Ainda que os autores tenham indicado o fluoreto de bário como o mais promissor no contexto das qualificações necessárias a um radiopacificador, todos os sais testados se apresentaram satisfatórios sob o ponto de vista da radiopacidade.

COMBE⁹ (1971) utilizou como aditivo radiopaco de resina acrílica, um acrilato de bário por ele sintetizado e constatou que esta mistura diminuía a resistência mecânica da resina original.

PRIMACK¹⁸ (1972) estudou sob o ponto de vista de radiopacidade e solubilidade, a inclusão de fluoreto de bário como aditivo radiopaco à resina acrílica. Concluiu que as porcentagens de 20 a 40% de fluoreto, atribuíam radiopacida

de satisfatória e não alteravam prejudicialmente a cor do produto mas a solubilidade do fluoreto de bário era apreciável.

ABREU¹ (1974) adicionou porcentagens variáveis de sulfato de bário em 15 materiais restauradores não metálicos empregados em Odontologia. Com eles foram confeccionados corpos de prova, os quais, após radiografados, eram submetidos à análise subjetiva de 6 cirurgiões-dentistas (clínicos, radiologistas e endodontistas) afim de determinarem o grau mínimo de radiopacidade em função da porcentagem de sulfato de bário adicionada.

Concluiu que a adição de quantidades crescentes de sulfato de bário, provoca aumento progressivo da radiopacidade dos materiais considerados.

No entanto, pode-se observar também que materiais como o KADON, SEVRITON, TD-71, ADDENT XV e PALAKAV, mesmo misturados com sulfato de bário na proporção de 1:1 não atingiram uma radiopacidade qualificada como mínima satisfatória, segundo critério de TAVARES²⁴ (1974).

Materiais como por exemplo, o DYCAL, SMILE, HYDREX, DRALLA, CONCISE e o ADAPTIC, quando adicionados com cerca de 20 a 25% de sulfato de bário, poderão eventualmente atingir a radiopacidade subjetivamente considerada como a mínima para fins radiográficos.

Alguns trabalhos realizados recentemente na Universidade Federal de Santa Catarina, provam que a adição de sulfato e de fluoreto de bário em diversos materiais forradores e restauradores não alterou a compatibilidade biológica destes materiais. Os trabalhos foram realizados através de implantes em tecido conjuntivo subcutâneo de rato, e são eles os de DOMINGUES¹¹ (1974), TAVARES²⁶ (1974) e SOARES²² (1974).

A década atual viu a ampliação do uso clínico de um material restaurador estético considerado como uma grande conquista do arsenal de trabalho do odontólogo: a resina composta. É natural que um produto destinado a provocar aceitação total no comércio odontológico possua propriedades inéditas entre os produtos de sua especificação, entre elas a radiopacidade. Assim é, que, já em 1.969, iniciava-se com BOWEN & CLEEK⁴⁻⁵ (1969-1972) o estudo da adição, em resinas, compostas, de vidros radiopacos contendo bário e cuja composição básica era: sílica, óxi

do de bório, óxido de alumínio, óxido de bário e fluoreto de bário. Várias composições destes vidros foram testados por estes áutores (publicados em 1969 e 1972) onde o bário conferia a radiopacidade e as pérolas de vidro se mostravam com  ndice de refra o aceitável para uso em resina composta translúcida. Nesta linha de pesquisa ainda colaboraram CHANDLER et alii⁸ (1970) que desenvolveram uma resina composta radiopaca, utilizando uma resina de dimetacrilato eutético ternário como líquido aglutinante e o p  era constituído de pérolas de vidro contendo fluoreto de bário. Estes dois componentes eram tratados com um agente de união química   base de silicato e contendo peróxidos iniciadores.

  provável que seja fruto destes trabalhos o lançamento no mercado, recentemente, de resinas compostas dotadas de alguma radiopacidade, ainda que não atingindo o grau mínimo estabelecido pelo trabalho de TAVARES²⁴ (1974).

Como podemos observar, a literatura confirma a preferência dos pesquisadores p-lo uso de sulfato de bário e fluoreto de bário como radiopacificadores, principalmente de resinas compostas. No entanto, até o trabalho de TAVARES²⁴ (1974) nenhum autor comparou cientificamente o efeito radiopacificador destes dois sais, ainda que, de maneira geral, eles tenham estes efeitos como equivalentes.

TAVARES²⁶ (1974) efetuou estudo fotodensitométrico (como já foi referido no capítulo 1) da radiopacidade inferida ao ADAPTIC e SMILE pelo acréscimo de sulfato de bário e fluoreto de bário, em porcentagem de 10, 20, 30, 40% em peso e conclui que "os valores de transmitância ou a expressão desta em termos de radiopacidade, foram muito semelhantes para os corpos de prova com sulfato e com fluoreto de bário, indicando que, do ponto de vista exclusivo do comportamento radiográfico, e nas porcentagens de radiopacificadores utilizados, ambos os sais proporcionam semelhante radiopacidade no ADAPTIC e no SMILE".

3. PROPOSIÇÃO

CAPÍTULO 3

PROPOSIÇÃO

Ainda que autores como BURSEY & WEBB⁶ (1960), BOWEN & CLEEK⁴ (1969), CHANDLER e CoIs.⁸ (1970) e ELZAY e CoIs.¹² (1971) tenham considerado o fluoreto de bário e o sulfato de bário como satisfatórios sob o ponto de vista de fornecer radiopacidade a materiais odontológicos, nossa revista da literatura mostrou que parece ser o de TAVARES²⁶ (1974), o único trabalho a comparar objetivamente os efeitos radiopacificadores destes sais, e ele o fez através da adição destes radiopacificadores a resinas compostas. Este fato está a sugerir a necessidade de estudos adicionais que possam favorecer uma futura decisão sobre qual deles oferece maiores vantagens no uso clínico, principalmente quando adicionados a resinas compostas, que é o material restaurador estético radiolúcido de maior evidência no momento. Por estes motivos decidimos verificar os seguintes fatos com relação à adição de porcentagens de 10, 20, 30 e 40% de fluoreto de bário e de sulfato de bário a 3 resinas compostas: ADAPTIC, SMILE e CONCISE:

3.1 - se o aumento da radiopacidade proporcionado pela adição do fluoreto de bário a cada uma das três resinas, difere do aumento proporcionado pela adição de sulfato de bário (tomando-se sempre em cada par a mesma resina);

3.2 - se existem diferenças significantes entre os aumentos de radiopacidade inferidos às três resinas pela adição a elas dos dois radiopacificadores;

3.3. - se existem diferenças significantes entre os aumentos de radiopacidades comunicados às resinas compostas segundo os quatro níveis de proporção dos radiopacificadores (10, 20, 30 e 40%);

3.4 - com base nos resultados oferecidos pelas respostas aos itens anteriores e aduzindo a eles os conhecimentos até o momento coletados (e expressos no capítulo 2) sobre o comportamento do fluoreto de bário e do sulfato de bário como aditivos radiopacificadores de resinas compostas, procurar responder à seguinte pergunta: qual dos dois (fluoreto ou sulfato de bário), à luz do que convençamos chamar de "postulados de BURSEY & WEBB", pode ser considerado como aditivo mais promissor?

4. MATERIAIS, APARELHOS, INSTRUMENTAIS E MÉTODOS

CAPÍTULO 4

MATERIAIS, APARELHOS, INSTRUMENTAIS E MÉTODOS

Para realização deste trabalho, valemo-nos da experiência de pesquisadores da Universidade Federal de Santa Catarina que nos antecederam na consecução de investigações nesta mesma linha científica. Assim, as resinas compostas e os aditivos radiopacos usados foram aqueles já pesquisados por SILVA²¹ (1974), quando estudava alterações de cor ocasionadas em resinas compostas pela adição de substâncias radiopacificadoras.

Deste mesmo autor selecionamos a metodologia para confecção dos corpos de prova e, os estudos radiográfico e fotodensitométrico, seguiram o método utilizado por TAVARES²⁴ (1974) e por ABREU¹ (1974).

4.1 - MATERIAIS

4.1.1 - Materiais restauradores odontológicos

Para a realização do presente trabalho de pesquisa, foram empregados três resinas compostas, ou sejam: ADAPTIC, CONCISE e SMILE. (tab. 4-1)

TABELA 4-1: Resinas compostas às quais foram adicionadas quantidades variáveis de substância radiopacificadora.

MARCA COMERCIAL	FABRICANTE	FORMA DE APRESENTAÇÃO
ADAPTIC	Johnson & Johnson-USA	Pasta base + pasta catalizadora
CONCISE	3M Co. - USA	Pasta base + pasta catalizadora
SMILE	Kerr Sybron - USA	Pasta base + líquido

4.1.2. Aditivos radiopacificadores

Para que fosse possível atribuir graus de radiopacidade às resinas compostas acima mencionadas, lançamos mão do fluoreto de bário p.a. e do sulfato de bário p.a.

4.2 - APARELHOS

4.2.1 - Aparelho de Raios X

Para as tomadas radiográficas dos corpos de prova confeccionados com as resinas compostas e respectivos radiopacificadores, foi utilizado um aparelho de Raios X marca TUR D-36, com capacidade máxima de 100 kVp e 36 mA, operado por mesa de comando, fabricado pela Veb Transformatoren-Und Röntegenwerk Dresden, da Alemanha Oriental.

4.2.2 - Fotodensitômetro

As leituras óticas das películas radiográficas, obtidas dos corpos de prova, foram efetuadas com o fotodensitômetro RAPID PHOTOMETER II, fabricado por Ver Carl Zeiss Jena, da Alemanha Oriental (Fig. 4.1).

4.3 - INSTRUMENTOS E DISPOSITIVOS

4.3.1 - Anéis para os corpos de prova*

Para a confecção dos corpos de prova foram utilizados anéis de PVC rígido, de cor branca, com diâmetro interno de 10mm e altura de 5mm.

Os referidos anéis foram obtidos através de corte de precisão de 0,05mm, de um tubo de P.V.C. rígido.

4.3.2 - Balança analítica

Para a pesagem dos materiais restauradores e dos agentes radiopacificadores foi utilizada uma balança analítica marca "OWA LABOR", com precisão de décimo milésimo de grama, fabricada na Alemanha Oriental.

* daqui em diante chamados apenas por c.p.

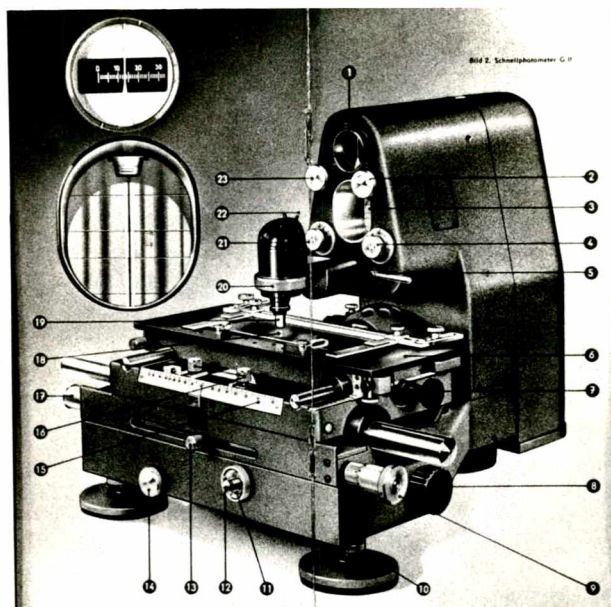


Fig. 4-1: fotodensitômetro marca RAPID PHOTOMETER II, fabricado por Ver Carl Zeiss Jena, da Alemanha Oriental, utilizado para leitura das "transmitâncias" das radiografias obtidas das misturas, resinas compostas + radiopacificadores, utilizadas no trabalho.

4.3.3 - Moinho de bolas

Por motivo dos agentes radiopacificadores se apresentarem com partículas de $p\bar{o}$ relativamente grandes, prejudicando a homogeneização destes com as resinas compostas, houve necessidade de pulverizá-lo, utilizando-se para tanto um moinho de bolas.

Com este tratamento dado aos aditivos radiopacificadores, conseguiu-se uma homogeneização satisfatória da mistura: resina composta + agente radiopacificador.

4.3.4 - Películas radiográficas

Foram empregados neste trabalho películas radiográficas de marca KODAK, com as seguintes especificações:

- a) oclusal DF-45, medindo 5,7cm x 7,6cm
- b) tipo Morlite
- c) ultra-rápido

4.3.5 - Soluções reveladora e fixadora

O processamento radiográfico foi feito com soluções reveladora e fixadora de marca KODAK, as mais indicadas para o processamento dos filmes empregados.

4.3.6 - Identificação dos corpos de prova

Para a identificação da imagem radiográfica dos c.p. foram datilografadas letras sobre uma película de chumbo, dessas que acompanham o filme radiográfico periapical (DF-58), as quais eram recortadas de tamanho suficiente para a identificação.

4.3.7 - Termômetro

A temperatura das soluções reveladora e fixadora era controlada através do uso de termômetro de imersão, de mercúrio, com capacidade de 40°C e precisão de 0,1°C.

4.3.8 - Diversos

Além dos materiais, instrumentos e dispositivos acima mencionados, foram utilizados uma série de outros, os quais incluímos neste item por serem bastante divulgados e banais: paquímetro, placas de vidro de 5mm de espessura, fitas de poliéster, espátulas de aço inoxidável, colgaduras para radiografias com capacidade para 14 películas e secador elétrico para radiografias.

4.4 - MÉTODO

4.4.1 - Condições experimentais

Utilizou-se no trabalho de 30 condições experimentais distintas para confeccionar os c.p., condições essas determinadas por 4 fatores: 3 resinas compostas (ADAPTIC, CONCISE ou SMILE), 2 substâncias radiopacificadoras (fluoreto de bário ou sulfato de bário) e 5 proporções da substância radiopacificadora (0, 10, 20, 30 e 40%); de cada uma dessas condições experimentais foram feitas 5 réplicas,

nos dando um total de 150 c.p.

De cada c.p. foi feita uma t mada radiográfica, obtendo-se portanto, de cada uma das 30 condições experimentais distintas (material x radiopacificador x porcentagem), 5 tomadas radiográficas que, posteriormente, foram avaliadas fotodensitometricamente.

4.4.2 - Confecção dos corpos de prova

Para orientar a cronologia da confecção dos c.p., utilizou-se de sorteio aleatório. Escolhido através deste sorteio o c.p. que seria confeccionado, pesava-se o material nas proporções indicadas pelo fabricante (a mesma para todos os c.p. que envolviam o mesmo material) e também a substância radiopacificadora a qual era homogeneizada na pasta base. Uma vez obtida a homogeneização da pasta base com a substância radiopacificadora, era adicionado o catalizador e a mistura obtida era inserida nos anéis de P.V.C. (5mm de altura e 10mm de diâmetro interno), que eram prensados entre duas placas de vidro para eliminar excessos e deixar lisa as superfícies. Os eventuais excessos eram retirados após a prensa do material, através de uma lixa fina. O c.p. assim confeccionado recebia um número código, constante do mapa que orientou o sorteio aleatório (Fig. 4-2).

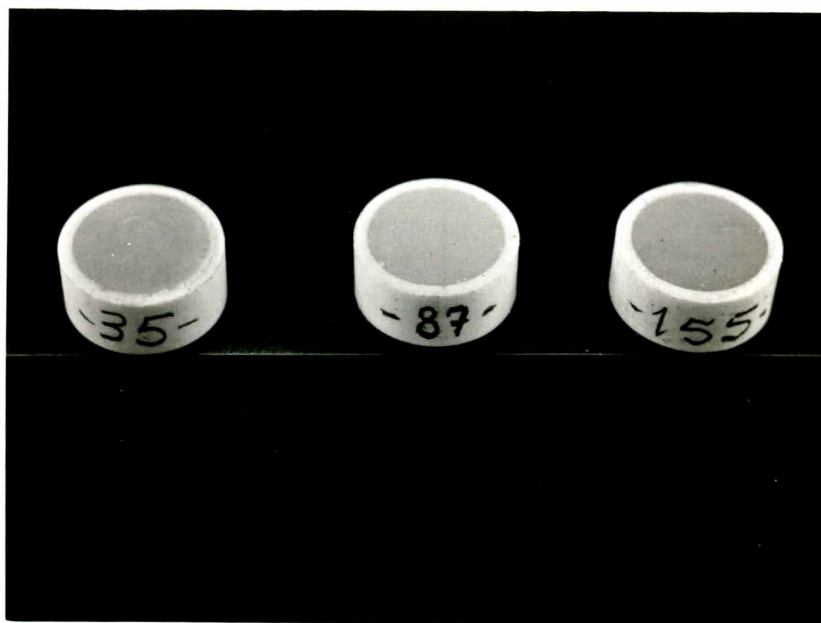


Fig. 4-2: vista de corpos de prova mostrando o número de identificação recebido no mapa do sorteio aleatório.

4.4.3 - Tomada radiográfica

Utilizando-se dos materiais e aparelhos descritos nos itens 4.2 e 4.3, foram efetuadas as tomadas radiográficas dos c.p. da seguinte forma: num mesmo filme oclusal, reuniam-se uma réplica de cada resina, nas 5 proporções usadas de um dos radiopacificadores, num total de 15 imagens de c.p. (Fig. 4-3 e 4-4).

Desta forma foi possível radiografar os 150 c.p. em 10 filmes oclusais.

As radiografias em questão, foram tomadas com 65 kVp e 10 mAs, reveladas a 21°C durante 4 minutos, com fixação de 15 minutos, lavagem em água corrente por 30 minutos e secagem em estufa.



Fig. 4-3: Radiografia dos c.p. das 3 resinas compostas com acréscimo das proporções de 0, 10, 20, 30 e 40% de sulfato de bário. Observa-se a radiopacidade inerente do SMILE maior que a das demais e o aumento da radiopacidade com o crescer das proporções de aditivo, nas 3 resinas.



Fig. 4-4: Radiografia dos c.p. das 3 resinas compostas com acrêscimos de proporções de 0, 10, 20, 30 e 40% de fluoreto de bário, onde se observa o a crêscimo de radiopacidade com o crescer das proporções de aditivo.

4.4.4 - Leitura fotodensitométrica

Por meio do uso do aparelho descrito no ítem 4.2.2, avaliou-se o grau de radiopacidade das imagens radiográficas obtidas dos c.p.

A escala escolhida para tal foi a de "transmitância", isto é, a medição da quantidade de luz de um foco puntiforme que atravessa a película radiográfica num determinado ponto. Isto significa dizer que as áreas mais escuras da radiografia absorvem mais luz do que as áreas mais claras, deixando passar apenas pequena quantidade de luz do feixe fotodensitométrico. Em termos numéricos, isto significa poucas unidades de "transmitância". Praticamente isto equivale dizer que as áreas mais radiolúcidas (escuras), fornecem "transmitância" pequena, e as áreas mais radiopacas (claras), fornecem alta "transmitância".

A escala de "transmitância" do aparelho é numerada de 0 a 1.000. O ponto zero corresponde a uma total absorção do feixe luminoso, enquanto que o ponto 1.000 (transmitância máxima), é aquela fornecida pela base de celulose do filme, base esta obtida pela revelação de um filme não exposto aos raios X. Esta

"transmitância" 1.000 é a maior possível de ser obtida numa radiografia, pois corresponde a áreas totalmente claras onde nenhuma prata metálica foi depositada.

Os valores obtidos nas leituras correspondem a uma porcentagem da "transmitância" máxima possível de ser obtida num filme. Um valor de "transmitância" 300 significa 30% (300 em 1.000) da "transmitância" da base de celulóide do filme.

A fenda ótica do fotodensitômetro foi regulada para uma abertura de 10mm x 3mm, com a qual se "varria" a imagem radiográfica, ampliada por lentes do aparelho em 30 vezes, que assumia diâmetro de 300mm (10mm x 30).

Em cada imagem de c.p. eram feitas 10 leituras. Isto significa que, de cada condição experimental (material x radiopacificador x porcentagem), se obteve 50 leituras: 10 leituras de cada uma das imagens de suas 5 réplicas.

Para se ter uma noção do esforço realizado em termos de leitura fotodensitométrica, convém lembrar que ao todo foram realizadas 1.500 leituras: 50 leituras para cada uma das 30 condições experimentais distintas.

Os dados originais das 1.500 leituras de "transmitância" efetuadas nas imagens radiográficas dos c.p., encontram-se no apêndice do presente trabalho.

Foram calculadas as médias destes valores para cada uma das condições experimentais (resina x radiopacificador x proporção) e estas médias foram submetidas a um tratamento estatístico de "análise de variância". Os elementos foram classificados segundo dois critérios, constituindo duas classificações cruzadas. A análise permitiu testar simultaneamente e independentemente a existência ou não de diferenças significativas entre as médias devidas à classificação segundo o critério das linhas (diversas misturas resina x radiopacificador) e entre as médias devidas à classificação segundo o critério das colunas (proporção de radiopacificadores nas misturas). Em seguida à verificação dessas hipóteses, foram feitas as comparações múltiplas entre as médias. Para o caso de duas classificações cruzadas, o método empregado foi o de SCHEFFÉ. O nível de significância adotado foi de 0,01.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

CAPÍTULO 5

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 5-1 apresenta as médias das leituras de "transmitância" apresentadas pelas radiografias dos c.p. de cada resina (ADAPTIC, SMILE ou CONCI SE) quando acrescida de cada radiopacificador (fluoreto de bário ou sulfato de bário) nas quatro proporções utilizadas (10, 20, 30 ou 40%). Ainda consta da tabela as médias das leituras de "transmitância" destes materiais quando não acrescidos das substâncias radiopacificadoras utilizadas, representadas na tabela como "proporção 0%" da mistura.

As médias constantes desta tabela sofreram tratamento estatístico segundo o que foi exposto no capítulo anterior e seus resultados serão aqui discutidos.

A tabela 5-2 apresenta os dados necessários à "análise de variância" relativa às medidas descritas no início do capítulo. Os elementos dispostos nessa tabela permitiram a "análise de variância" cujos resultados são apresentados na tabela 5-3, onde se pode observar que nas duas classificações (linhas e colunas), $F_{calc} > F_{1\%}$, ou seja: 33,78 contra 4,56 e 98,92 contra 5,42. Os dados contidos na referida tabela, nos permitem decidir sobre duas hipóteses inicialmente formuladas:

- 1) H_{01} : Não há diferença significativa entre as médias das diversas misturas. (Classificação segundo o critério de linhas)
Considerando $F_{calc} > F_{1\%}$ rejeita-se esta hipótese (H_{01})
- 2) H_{02} : Não há diferença significativa entre a radiopacidade e variação das proporções de radiopacificadores nas misturas.
(classificação segundo critério de colunas).
Considerando $F_{calc} > F_{1\%}$ rejeita-se esta hipótese (H_{02})

Os testes dessas diferenças foram realizados pelo método de SCHEFFÉ, cujos cálculos oferecem os seguintes valores obtidos da "análise de variância" efetuada:

TABELA 5-1: Médias das leituras de "transmitância" dos materiais estudados em função do radiopacificador e proporções destes na mistura.

RADIOPACIFIC. MAT. %	FLUORETO DE BÁRIO			SULFATO DE BÁRIO		
	ADAPTIC	SMILE	CONCISE	ADAPTIC	SMILE	CONCISE
0	77,64	358,31	73,42	77,64	358,31	73,42
10	212,22	464,88	200,94	244,74	507,68	226,46
20	370,76	568,44	348,56	397,08	601,80	374,24
30	484,78	635,92	469,82	530,10	682,20	517,48
40	578,92	680,84	553,82	621,74	732,74	612,38

TABELA 5-2: Valores necessários à aplicação da "análise de variância"

Rx \ s	10		20		30		40		Ti	Qi	Ti ²
	Xij	Xij ²	Xij	Xij ²	Xij	Xij ²	Xij	Xij ²			
AF	212	44944	371	137641	485	235225	579	335241	1647	753051	2712609
SF	465	216225	568	322624	636	404496	681	463761	2350	1407106	5522500
CF	201	40401	349	121801	470	220900	554	306916	1574	690018	2477476
AS	245	60025	397	157609	530	280900	622	386884	1794	885418	3218436
SS	508	258064	602	362404	682	465124	733	537289	2525	1622881	6375625
CS	226	51076	374	139876	517	267289	612	374544	1729	832785	2989441
Tj	1857		2661		3320		3781		11619		23296087
Qj		670735		1241955		1873934		2404635		6191259	
Tj ²	3448449		7080921		11022400		14295961		35847731		

COLONAS: n = 4; GL = n - 1 = 4 - 1 = 3

LINHAS : k = 6; GL = k - 1 = 6 - 1 = 5

% : Porcentagens de substâncias radiopacificadoras adicionadas às resinas

RXS : Misturas de resinas com substâncias radiopacificadoras, dadas pelas iniciais

A: Adaptic
S: Smile
C: Concise
F: Fluoreto
S: Sulfato

TABELA 5-3: Análise de variância referente aos dados da tabela 5-2.

FONTE DE VARIAÇÃO	SOMA DOS QUADRADOS	GL	QUADRADO MÉDIO	F	F _{1%}
ENTRE LINHAS	198974	5	39795	33,78	4,56
ENTRE COLUNAS	349574	3	116525	98,92	5,42
RESIDUAL	17663	15	1178		
T O T A L	566211	23			

a) Para testar diferenças segundo as linhas:

$$|\bar{x}_i - \bar{x}_m| > 115,9$$

b) Para testar diferenças segundo as colunas:

$$|\bar{x}_i - \bar{x}_m| > 79,9$$

Portanto, somente são significativamente distintas, as médias cujas diferenças sugerem 115,9 para as linhas e 79,9 para as colunas.

A tabela 5-4 apresenta os resultados da análise das diferenças de médias de "transmitância" de cada uma das resinas, quando adicionadas do sulfato de bário e do fluoreto de bário.

Observa-se que as diferenças de médias do ADAPTIC e do CONCISE são muito próximas, sendo que o SMILE apresentou diferença de média um pouco maior.

Um fato inferido da observação da tabela 5-4 e do gráfico 5-1 é que os valores de "transmitância" alcançados pelas 3 resinas, quando adicionadas de sulfato de bário são maiores do que os alcançados pelas mesmas resinas quando adicionados de fluoreto de bário, quaisquer que sejam as proporções de radiopacificadores usadas.

TABELA 5-4: Aplicação do método de SCHEFFÉ para estudo de diferenças de médias entre as resinas, quando adicionadas dos dois radiopacificadores.

COMPARAÇÕES MÚLTIPLAS	RESULTADOS	SIGNIFICÂNCIA	VALOR CRÍTICO %
$\bar{X}_{AF} - \bar{X}_{AS}$	- 36,75	NS	115,9
$\bar{X}_{SF} - \bar{X}_{SS}$	- 43,75	NS	
$\bar{X}_{CF} - \bar{X}_{CS}$	- 38,75	NS	

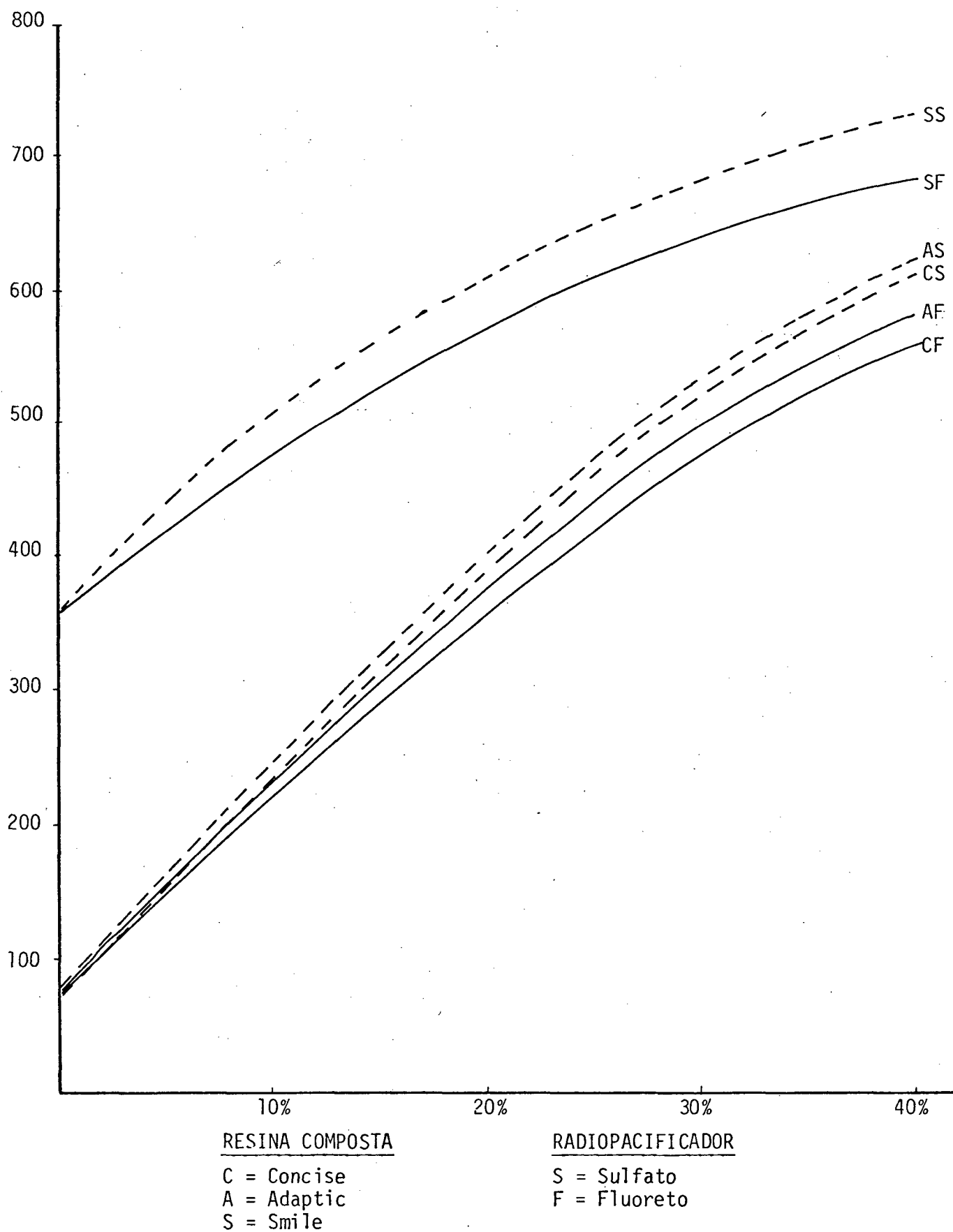
NS - Não significativo

XX - Significativo

No entanto, ainda seguindo o que nos mostra os dados da tabela 5-4, nenhuma dessas diferenças são estatisticamente significantes, uma vez que nenhuma delas sugeriu o valor 115,9 estabelecido pelo método de SCHEFFÉ. Acreditamos poder concluir, com base nestes estudos, que o aumento da radiopacidade comunicada pelo fluoreto de bário não é estatisticamente diferente do aumento comunicado pelo sulfato de bário, tomando-se sempre em cada par a mesma resina adicionada respectivamente do fluoreto e do sulfato de bário. Com esta afirmação parecem concordar autores como ELZAY & CoIs.¹² (1971) e TAVARES²⁶ (1974) entre outros que, estudando comparativamente a ação radiopacificadora destes dois sais de bário, concluíram que estas ações são semelhantes, ainda que somente TAVARES²⁶ (1974) tenha estudado a questão através do método objetivo da fotodensitometria.

Um fato curioso no entanto, e aparentemente inexplicável, é a discordância existente em nossos resultados e os de TAVARES²⁶ (1974) quanto a "tendência do crescimento da "transmitância" dos c.p. do SMILE em relação ao ADAPTIC. Segundo aquele autor "... ambos os sais proporcionam semelhante radiopacidade no ADAPTIC e no SMILE (ainda que para o caso do ADAPTIC, a "transmitância" dos c.p.

GRÁFICO 5-1: Curvas de transmitância dos corpos de prova das 3 resinas, em função do acréscimo de proporções variáveis de sulfato de bário e de fluoreto de bário.



contendo fluoreto de bário, tenda a ser maior que a daqueles contendo sulfato de bário, principalmente nas porcentagens de 30 e 40% desses sais)". Como já afirmamos, em nossos achados a "transmitância" dos c.p. de qualquer das resinas estudadas (que incluem CONCISE, além do SMILE e ADAPTIC) quando adicionadas de sulfato de bário, é sempre quantitativamente maior do que a daqueles contendo fluoreto de bário nas mesmas porcentagens. Esta aparente contradição está a exigir um estudo mais pormenorizado, que leve em conta, por exemplo, o fato de TAVES²⁶ (1974) ter trabalhado com c.p. das misturas resina + aditivos de 2mm de espessura e nós com de 5mm de espessura e investigue eventuais interações entre os radiopacificadores e resinas, ao nível dessas espessuras.

O fato de que, em nossos resultados os c.p. contendo sulfato de bário apresentarem maior radiopacidade do que os contendo fluoreto de bário, nas mesmas proporções (ainda que diferenças estatisticamente não significantes), parece ser justificado pelo maior "peso molecular" do sulfato de bário em relação ao fluoreto de bário. Como é sabido, a radiopacidade é uma consequência da absorção dos raios X pelo corpo que por ele é penetrado, maior a absorção, maior a radiopacidade. O peso molecular é um dos fatores que condicionam a maior ou menor absorção dos raios X pela matéria, de forma que quanto maior o "peso molecular", maior a absorção; portanto maior a radiopacidade da imagem radiográfica.

Já vimos anteriormente, através da "análise de variância", que H_0 rejeitada, leva à aceitação da hipótese alternativa de diferenças significativas entre a radiopacidade comunicada pelo sulfato e pelo fluoreto de bário às três resinas. O método de SCHEFFÉ, traduzido nas tabelas que se seguem, permitem alguns esclarecimentos sobre a questão.

A tabela 5-5 nos fornece um estudo comparativo da ação radiopacificadora de cada um dos radiopacificadores sobre as 3 resinas estudadas. Quanto a adição de sulfato de bário, verifica-se que os resultados somente são significativos em relação as diferenças de médias entre ADAPTIC-SMILE e SMILE-CONCISE, não sendo significante portanto, a diferença de média entre ADAPTIC-CONCISE. Neste grupo, o SMILE adicionado de sulfato de bário é a mistura que fornece maior radiopacidade representada por seus valores de "transmitância". Os mesmos fenômenos se

verificam quando da adição do fluoreto de bário às 3 resinas, ou seja, há diferença estatisticamente significativa entre as médias de ADAPTIC-SMILE e SMILE - CONCISE, não havendo significância estatística na diferença de médias entre ADAPTIC-CONCISE. Ainda neste caso, foi a mistura SMILE x fluoreto de bário a que apresentou maior radiopacidade, expressa por seus valores de "transmitância". O maior grau de radiopacidade das misturas de SMILE com fluoreto de bário e com sulfato de bário, pode ser apreciado no gráfico 5-1.

A tabela 5-6 permite a comparação múltipla entre as diferenças de médias das várias misturas de resina x radiopacificador. Nesta tabela observa-se que são estatisticamente significantes todas as diferenças de médias em que um dos componentes é o SMILE, não sendo portanto, as diferenças de médias observadas entre as misturas do ADAPTIC e CONCISE, independentemente do radiopacificador. Observa-se ainda que a mistura que alcança maiores valores médios de "transmitância" é o SMILE com sulfato de bário.

TABELA 5-5: Análise do método de SCHEFFE para comparação múltiplas de diferenças de médias.

COMPARAÇÕES MÚLTIPLAS	RESULTADOS	SIGNIFICÂNCIA	VALOR CRÍTICO (1%)
$\bar{X}_{AS} - \bar{X}_{SS}$	- 182,75	XX	115,9
$\bar{X}_{AS} - \bar{X}_{CS}$	16,25	NS	
$\bar{X}_{SS} - \bar{X}_{CS}$	199,00	XX	
$\bar{X}_{AF} - \bar{X}_{SF}$	- 175,75	XX	115,9
$\bar{X}_{AF} - \bar{X}_{CF}$	18,25	NS	
$\bar{X}_{SF} - \bar{X}_{CF}$	194,00	XX	

XX - Significativo

NS - Não significativo

TABELA 5-6: Comparações múltiplas entre médias das várias misturas resina X radiopacificador.

COMPARAÇÕES MÚLTIPLAS	RESULTADOS	SIGNIFICÂNCIA	VALOR CRÍTICO (1%)
$X_{AF} - X_{SS}$	- 219,50	XX	115,9
$X_{AF} - X_{CS}$	- 20,50	NS	
$X_{SF} - X_{AS}$	- 139,00	XX	
$X_{SF} - X_{CS}$	- 155,25	XX	
$X_{CF} - X_{AS}$	- 55,00	NS	
$X_{CF} - X_{SS}$	- 237,75	XX	

XX - Significativo

NS - Não significativo

A esta altura da discussão, é importante que se faça alguns esclarecimentos sobre a radiopacidade inerente das 3 resinas estudadas. Segundo TAVARES²⁴ (1974), que efetuou trabalho de classificação de 28 materiais segundo suas radiopacidades - também expressas em "transmitância ótica" -, o ADAPTIC e CONCI SE são materiais que, à espessura de 2mm podem ser classificados como de "baixa radiopacidade". Suas radiopacidades ainda segundo o mesmo autor, são muito próximas, como também são semelhantes os crescimentos destas radiopacidades com o aumento da espessura. Já o SMILE é classificado no grupo dos materiais que à espessura de 2mm, possui radiopacidade - expressa por "transmitância ótica" - que poderíamos classificar como média e que apresenta um rápido crescimento desta radiopacidade com o aumento da espessura. Lembramos que em nosso trabalho, estamos utilizando os materiais com 5mm de espessura. Nestas condições, o SMILE apresenta uma radiopacidade inerente bastante maior que a 2mm. A maior radiopacidade do SMILE com relação às outras duas resinas, se deve ao fato do fabricante (Kerr Sybron - USA) já ter adicionado em sua fórmula um agente radiopacificador não declarado. Parece que este fato explica as diferenças estatisticamente significativas existentes entre as médias de misturas em que entra o SMILE, verificadas nas

comparações múltiplas até aqui apresentadas. Isto parece nos permitir inferir que em termos comparativos entre as 3 resinas, as ações radiopacificadoras do sulfato de bário e do fluoreto de bário são semelhantes.

Por outro lado, tendo-se rejeitado (na análise de variância) H_0 , conclui-se que são significativas as diferenças entre as variações de proporção de radiopacificadores nas misturas. Vimos que isto é verdade porque "F" calculado é igual a 98,92 enquanto $F_{1\%}$, para os graus de liberdade de colunas, é igual a 5,42; logo $F_{calc} > F_{1\%}$. Testando-se as diferenças de médias para as diversas proporções, tem-se uma visão promenorizada da questão e expressa na tabela 5-7. Observa-se que não é significativa apenas a diferença de média verificada entre as proporções 30 e 40% (76,90 contra valor crítico de 79,90). Logo, parece lícito inferir que, apesar da proporção de 40% comunicar maior radiopacidade que a proporção de 30%, esta diferença não é estatisticamente significativa. Em resumo: a adição das proporções crescentes (10, 20, 30 e 40%) de sulfato de bário ou de fluoreto de bário às 3 resinas, infere radiopacidade também crescentes às misturas até certa proporção, a partir da qual a ação de radiopacificação parece se estabilizar.

TABELA 5-7: Diferenças das médias entre as várias proporções de radiopacificadores na mistura.

COMPARAÇÕES MÚLTIPLAS	RESULTADOS	SIGNIFICÂNCIA	VALOR CRÍTICO (1%)
$\bar{X}_{10} - \bar{X}_{20}$	- 134,00	XX	79,9
$\bar{X}_{10} - \bar{X}_{30}$	- 243,80	XX	
$\bar{X}_{10} - \bar{X}_{40}$	- 320,70	XX	
$\bar{X}_{20} - \bar{X}_{30}$	- 109,80	XX	
$\bar{X}_{20} - \bar{X}_{40}$	- 186,70	XX	
$\bar{X}_{30} - \bar{X}_{40}$	- 76,90	NS	

XX - Significativo

NS - Não significativo

Este fato pode ser observado no gráfico 5-1, onde as curvas tendem a diminuir sua ascensão entre as proporções de 30 e 40%. Este fenômeno já foi observado dentro da relatividade dos fatos que a seguir comentaremos no trabalho de TAVARES²⁴ (1974). Este autor, ao classificar materiais restauradores segundo suas radiopacidades, encontrou um grupo que considerou de alta radiopacidade que apesar de crescer com a espessura, "tendem a não variar com espessuras maiores que 4mm". As curvas de tendência do aumento da radiopacidade desses materiais em função do aumento de espessura dos respectivos c.p. também diminuem sua ascensão como as observadas em nosso trabalho com relação às proporções de 30 e 40% das substâncias radiopacificadoras. A observância deste fenômeno nos dois experimentos (o nosso e o de TAVARES²⁴ (1974), pode estar relacionada com o fato de que tanto o aumento da espessura (no caso de TAVARES²⁴) como o aumento do "peso molecular" (no nosso caso) aumentam a absorção dos raios X determinando aumento conseqüente na radiopacidade.

À luz das considerações até aqui firmadas, nos parece interessante tecer um paralelo crítico entre o uso clínico do fluoreto de bário e do sulfato de bário como radiopacificador de resinas compostas. BURSEY & WEBB⁶ (1960) estabeleceram quatro critérios que devem possuir um aditivo radiopaco:

- a) devem ser atóxicos;
- b) devem ser incorporados em quantidades suficientes para produzir radiopacidade no material;
- c) não devem afetar as propriedades físicas do material;
- d) não devem alterar a cor do material.

Ainda que estes autores tenham formulado estes quesitos com relação à adição de radiopacificadores em resinas acrílicas, acreditamos sejam válidos para outros materiais radiolúcidos, inclusive as resinas compostas. Quanto ao item "a", trabalhos como os de VIA²⁷ (1955), ALVARES² (1966), ELZAY e Cois.¹² (1971), TAVARES²⁶ (1974) e SOARES²² (1974), atestam que a adição de fluoreto de bário ou de sulfato de bário a materiais restauradores diversos, não aumentam as reações histopatológicas dos tecidos conjuntivos onde foram experimentalmente implantados, atendendo ambos a esta especificação.

No que se refere ao ítem "b", o trabalho recente de ABREU¹ (1974) mostrou que, com relação às 3 resinas em estudo crescimos de até 40% de sulfato de bário permitem-nos alcançar a radiopacidade mínima fixada por TAVARES²⁴ (1974). Tendo em vista os resultados comparativos entre os efeitos radiopacificadores do sulfato de bário e fluoreto de bário vistos até aqui neste trabalho, é lícito concluir que resultados semelhantes se obteria com o uso do fluoreto de bário.

Com respeito ao ítem "c", não se tem na literatura trabalhos conclusivos sobre a vantagem de um desses sais de bário sobre outro. BOWEN & CLEEK⁴ (1969) atestam que o "índice de reflexão" de pérolas de vidro contendo fluoreto de bário inseridas em resinas compostas é aceitável. COMBE⁹ (1971), estudando a inclusão de um acrilato de bário à resina acrílica, atestou que isto diminuiu suas propriedades físicas e mecânicas. PRIMACK¹⁸ (1972) atestou a excessiva solubilidade do fluoreto de bário, mas também não o fez comparativamente ao sulfato de bário.

Quanto à alteração de cor, trabalhos de ELZAY & Colaboradores¹² (1971) e de SILVA²¹ (1974) dão conta de que a alteração de cor inferida pelo sulfato de bário em resina acrílica e resina composta, respectivamente, é maior do que a inferida pelo fluoreto de bário.

Com base nos dados que acabamos de analisar, parece-nos lícito concluir que, ao nível dos experimentos até então relatados na literatura disponível, aduzidos aos dados de nossa própria investigação, o fluoreto de bário soma maiores virtudes como aditivo radiopaco às resinas compostas, segundo os princípios enunciados por BURSEY & WEBB⁶ (1960), afirmação corroborada também por BOWEN & CLEEK⁴ (1969), CHANDLER e Colaboradores⁸ (1970) e ELZAY e Colaboradores¹² (1971).

Ao finalizar este capítulo fazemos questão de ressaltar que as conclusões aqui tiradas são válidas dentro dos parâmetros estabelecidos pela metodologia usada e descrita no capítulo IV.

6. CONCLUSÕES

CAPÍTULO 6

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos segundo a metodologia especificada no capítulo 4, apresentados e discutidos no capítulo 5, parece nos permitir, salvo melhor juízo, fazer as seguintes conclusões:

6.1 - O aumento da radiopacidade (traduzida pela transmitância) comunicada pela adição de fluoreto de bário, não é estatisticamente diferente do aumento comunicado pela adição do sulfato de bário tomando-se em cada par sempre a mesma resina, tratada respectivamente com o fluoreto e com o sulfato, isto é, tomando-se uma mesma resina (ADAPTIC ou SMILE ou CONCISE), parecem ser semelhantes os aumentos de radiopacidade a ela inferidos pela adição do fluoreto de bário e do sulfato de bário;

6.2 - Os resultados das comparações múltiplas entre as diferenças de médias das várias misturas "resina + radiopacificador", mostrou só haver significância estatística nas comparações onde entraram o SMILE, independente do radiopacificador usado. Em nenhum caso de comparação houve significância nas diferenças entre CONCISE e ADAPTIC. Segundo o discutido no capítulo 5 parece ser a radiopacidade inerente do SMILE (maior que a das outras resinas) a responsável por esta diferença.

6.3 - O estudo do aumento de radiopacidade segundo as várias proporções de radiopacificador usado (10, 20, 30 e 40%) mostrou não haver significância somente entre as proporções de 30 e 40% o que permite deduzir que a radiopacidade das resinas estudadas tendem a aumentar segundo as proporções de radiopacificador usadas até o nível de 30% e a partir daí, tende a estabilizar-se;

6.4 - Os quesitos anteriores parecem mostrar que, exclusivamente a ação radiopacificadora em resinas compostas, o fluoreto de bário e o sulfato de bário oferecem comportamentos semelhantes. Somando-se a estes dados os conhecimentos anteriores já apresentados neste trabalho sobre outras características destes dois radiopacificadores, ousamos concluir que, à luz destes estudos, o fluoreto de bário parece ser o radiopacificador de resinas compostas (e talvez mesmo de ou

tros materiais odontológicos), mais promissor, segundo os "postulados de BURSEY & WEBB".

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAPÍTULO 7

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - ABREU, M. J. N. - Materiais restauradores odontológicos considerados com radiopacidade insuficiente e possibilidade de aumentá-la pela adição de quantidades variáveis de sulfato de bário. Florianópolis, 1974. (Tese Docência Livre - Curso de Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina).
- 2 - ALVARES, L. C. - Radiopacity of acrylic resins. Oral Surg., 22 (3):318 - 24, Sept. 1966.
- 3 - BENAZZI, A. & GORINI, E. - Contributo alla conoscenza della radiopacità di alcuni materiali plastici impiegati terapia conservativa della corona dentale. Mondo Odontostomat., 6:324 - 30, Mag/Ging. 1964.
- 4 - BOWEN, R. L. & CLEEK, G. W. - X-ray-opaque reinforcing fillers for composite materials. J. Dent. Res., 48(1):79-82, Jan/Feb. 1969.
- 5 - BOWEN, R. L. & CLEEK, G. W. - A new series of X-ray-opaque reinforcing fillers for composite materials. J. Dent. Res. 51 (1):177-82, Jan/Feb. 1972.
- 6 - BURSEY, D. C. & WEBB, J. J. - Incorporation of radiopaque materials into denture plastics. U.S. armed Forces med. J. 11 (5):561-66, May. 1960.
- 7 - CALDEIRA DE SENA, S. - Influência das espátulas metálicas e de plástico sobre a cor de resinas compostas adicionadas ou não de substâncias radiopacificadoras. Florianópolis, 1976. (Tese de Mestrado - Curso de Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina).
- 8 - CHANDLER, H. H. et alii - Clinical investigation of a radiopaque composite restorative materials. J. Amer. dent. Ass., 81(4):935-40, Oct. 1970.
- 9.- COMBE, E. C. - Studies on radio-opaque dental materials. Dent. Practit., 22 (2)-51-4. Oct. 1971.

- 10 - DEGERING, C. I. & BUSEMAN, R. H. - A roentgenographic film density study of dental restorative materials. Oral Surg. 15(8):944-47, Sug., 1962.
- 11 - DOMINGUES, A. M. - Reações do tecido conjuntivo subcutâneo do rato à implantação de resinas compostas e selantes. Florianópolis, 1974. (Tese de Do cência-Livre - Curso de Odontologia da Universidade Federal de Santa Cata rina).
- 12 - ELZAY, R. P. et alii - Clinical and Histologic evaluation of commercially pre pared radiopaque denture material. J.prosth.Dent. 25(3):251-57, Mar.1971.
- 13 - GONÇALVES, N. & BOSCOLO, F. N. - Estudo comparativo de absorção dos raios X pelos materiais dentários. Rev. bras. Odont. 27 (165):246-54, Set/Out.1970
- 14 - LEADER, S. A. - Brit. dent. J., 69:183, 1945. Apud STTAFORD, G. D. & Mac CULLOCH, W. T. Radiopaque denture base materials. Brit. dent. J., 131(1) : 22-4, July 6, 1971.
- 15 - LEE, H. & ORLOWSKI, J. - Handbook of dental composite restoratives. 2a. ed., Califórnia, Lee Pharmaceuticals, 1973, p-3 - 109.
- 16 - MOLNAR, E. J. - Why temporary restorations should be radiopaque. Cal. 35(11): 12.15, June 1972.
- 17 - PAFFENBARGER, C. G. - Comunicação pessoal ao Prof. Dioracy Fonterrada Vieira, Janeiro de 1974.
- 18 - PRIMACK, J. E. - Radiopaque denture materials. J. Prosth Dent. 28(4):363-8, Oct. 1972.
- 19 - SAHS, E. A. Radiopacity of pulp-capping materials. North- W. Dent., 46 (2): 113-5, Mar/Apr. 1967.
- 20 - SHELDON, H. B. - Study of silver-impregnated calcium hydroxide in pulp- cap- ping. J. dent. res., 39(4):750, July/Aug. 1960.

- 21 - SILVA, R. H. H. - Alterações de cor ocasionadas em resinas compostas, pela adição de proporções diversas de substâncias radiopacificadoras. Florianópolis, 1974. (Tese de Docência-Livre - Curso de Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina).
- 22 - SOARES, I. J. - Reações histopatológicas do tecido conjuntivo sub-cutâneo do rato em consequência da implantação de materiais restauradores diversos, adicionados ou não de sulfato de bário. Florianópolis, 1974. (Tese de Docência-Livre - Curso de Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina).
- 23 - STAFFORD, G. D. & MacCULLOCH, W. T. - Radiopaque denture base materials. Brit. dent. J., 131(1):22-4, July 6, 1971.
- 24 - TAVARES, D. - Radiopacidade de materiais odontológicos não metálicos e determinação da radiopacidade mínima para fins de interpretação radiográfica. Florianópolis, 1974. (Tese de Docência-Livre - Curso de Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina).
- 25 - TAVARES, D. et alii - Considerações clínicas sobre o uso de materiais odontológicos radiolúcidos. Rev. Cat. Odont. 2 (1) : 16-20, Jul/Dez. 1975.
- 26 - TAVARES, T. - Alterações na radiopacidade de resinas compostas pela adição de percentagens diversas de fluoreto de bário - influência dessas adições sobre o tecido sub-cutâneo de ratos. Florianópolis, 1974. (Tese de Docência Livre - Curso de Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina).
- 27 - VIA, W. F. - Barium sulfate and antibiotic mixture in pulpotomy. J.dent.Child 22:195-9. 1955.

APENDICE

%	0	10	20	30	40
	95	230	412	482	570
	87	236	435	495	610
	87	244	445	490	597
	87	245	357	496	622
	82	237	405	505	624
	90	240	360	517	610
	90	233	385	535	618
	91	220	406	532	640
	88	237	394	482	617
	90	227	395	507	627
	71	215	375	477	590
	72	195	384	507	516
	67	225	381	490	564
	70	205	410	492	567
	67	221	426	483	600
	69	195	385	493	573
	67	114	392	483	585
	69	200	390	500	600
	71	250	384	501	607
	78	232	380	523	605
	65	200	342	495	542
	60	210	362	455	560
	61	193	350	460	520
	58	195	335	452	540
	61	200	350	456	545
	61	183	344	436	565
	62	197	347	430	560
	60	225	321	455	555
	58	185	355	453	575
	59	177	349	450	563
	62	185	307	414	525
	59	184	314	464	545
	58	187	340	410	522
	60	207	315	440	537
	56	210	357	422	520
	53	195	345	435	545
	57	186	335	445	523
	57	184	346	452	545
	60	164	352	433	507
	62	197	360	457	502
	79	225	403	530	627
	80	220	375	523	622
	80	250	397	517	637
	78	225	354	550	597
	78	227	387	560	606
	80	225	410	535	637
	80	250	355	510	625
	80	247	370	535	620
	82	227	377	545	612
	81	250	383	530	625
R	71,50	212,22	370,76	484,78	578,92

%	0	10	20	30	40
	392	485	590	610	652
	365	512	575	655	682
	365	512	600	605	693
	341	491	587	630	703
	340	507	622	632	703
	345	524	607	640	706
	343	509	577	655	693
	367	467	600	627	707
	372	504	575	639	707
	362	550	595	621	702
	352	470	553	650	690
	375	475	580	650	690
	347	477	565	650	720
	350	460	577	660	700
	370	475	584	665	701
	376	480	587	655	723
	375	450	597	676	713
	360	470	571	705	708
	373	480	566	660	701
	355	500	585	666	720
	325	425	532	575	645
	317	440	546	610	647
	323	435	524	617	664
	332	445	530	600	667
	331	427	522	605	674
	326	447	530	605	627
	316	432	528	625	602
	327	450	547	630	665
	317	453	535	610	680
	320	433	543	615	669
	297	432	550	585	605
	306	407	517	596	650
	304	402	561	620	643
	305	430	535	625	647
	301	441	523	612	637
	300	412	530	600	663
	303	424	537	603	647
	300	427	547	595	660
	301	416	537	601	623
	303	434	535	590	637
	361	475	621	665	700
	366	481	595	669	685
	371	496	590	664	720
	375	462	572	680	701
	366	496	590	680	718
	365	500	620	686	715
	370	486	610	678	722
	375	488	605	687	719
	376	460	610	677	693
	370	490	607	640	703
IA	343,48	464,88	568,44	635,92	680,84

%	0	10	20	30	40
	88	247	387	459	578
	84	242	370	486	583
	76	266	371	482	576
	81	247	390	471	595
	78	212	373	524	582
	79	213	386	597	590
	80	224	366	486	587
	77	234	394	519	605
	89	254	387	473	582
	79	235	425	474	612
	66	220	350	449	547
	67	183	331	470	555
	65	173	357	490	582
	63	215	332	500	556
	64	170	337	478	584
	61	170	360	490	593
	65	172	357	481	547
	64	190	335	500	560
	65	200	337	473	557
	62	196	347	450	511
	60	200	317	462	504
	58	193	350	445	523
	56	183	325	432	521
	56	197	287	425	538
	57	220	315	465	502
	53	190	321	410	545
	54	180	311	460	525
	57	211	342	435	555
	53	177	326	422	548
	60	187	335	431	537
	64	174	274	442	492
	59	157	307	441	497
	58	177	330	451	496
	57	175	295	407	504
	57	164	297	406	491
	60	180	340	430	507
	62	160	317	407	497
	58	165	330	427	511
	57	185	300	422	515
	56	167	306	420	494
	81	210	395	500	606
	76	225	361	520	600
	73	225	346	524	603
	80	207	387	527	577
	78	230	392	527	597
	80	213	373	513	574
	78	207	360	507	585
	76	200	395	485	600
	75	210	425	495	560
	75	215	377	501	605
?	67,54	200,94	348,56	469,82	553,82

%	0	10	20	30	40
	85	246	387	515	620
	81	245	380	517	605
	82	248	400	535	607
	80	240	392	545	610
	79	230	385	534	612
	80	230	387	537	620
	81	230	394	532	626
	83	240	392	542	633
	81	238	401	537	621
	79	225	401	535	617
	96	260	406	540	597
	97	265	406	545	630
	95	265	400	540	620
	85	265	397	543	610
	96	266	408	550	613
	93	256	410	555	615
	91	248	406	545	614
	97	251	413	540	603
	92	250	398	527	617
	96	267	408	550	627
	78	220	347	494	597
	71	212	363	490	595
	69	215	367	497	607
	65	217	373	517	605
	68	224	371	520	606
	69	215	375	497	615
	70	215	377	517	624
	73	215	365	500	630
	70	223	380	470	622
	69	221	400	482	620
	95	270	420	525	655
	85	255	421	545	660
	96	290	436	527	645
	100	280	421	524	643
	85	265	410	565	663
	86	250	435	557	650
	99	255	417	550	653
	87	270	415	553	621
	99	277	420	550	637
	94	287	436	530	630
	85	248	387	535	630
	80	230	390	545	620
	77	230	391	500	625
	79	252	402	541	624
	80	229	405	538	609
	81	242	394	527	618
	76	236	393	532	615
	87	251	389	536	621
	80	240	391	537	617
	87	238	392	540	613

IR	83,78	244,74	397,08	530,10	621,74
----	-------	--------	--------	--------	--------

%	0	10	20	30	40
	382	490	585	650	709
	374	515	605	662	713
	360	503	595	680	725
	370	505	617	682	727
	375	480	583	678	730
	370	479	590	689	735
	368	495	597	684	737
	360	510	607	679	745
	370	503	603	680	735
	373	490	599	685	740
	407	530	631	702	750
	397	527	636	698	730
	410	531	605	689	735
	396	543	617	705	727
	395	526	635	707	717
	399	526	621	683	735
	400	520	620	705	745
	406	533	632	693	750
	407	518	660	670	732
	396	525	617	673	728
	350	507	562	643	720
	340	478	600	657	722
	322	495	590	645	723
	333	477	605	665	721
	318	473	573	646	717
	340	482	580	663	725
	335	500	583	671	730
	340	467	560	646	719
	342	490	560	650	715
	327	473	583	655	715
	380	492	615	715	720
	363	537	575	715	750
	363	510	590	716	695
	390	535	555	715	760
	393	545	575	707	750
	399	535	610	723	757
	397	535	620	713	765
	398	540	640	714	770
	387	545	645	710	745
	390	531	622	703	755
	365	491	586	682	729
	365	489	592	685	734
	390	505	601	679	741
	377	510	603	670	750
	363	499	599	664	735
	373	500	612	671	729
	375	503	613	653	719
	376	490	589	678	734
	374	495	596	687	728
	377	506	601	675	719
	373 14	507 68	601 80	682 20	732 74

%	0	10	20	30	40
	84	212	367	465	580
	76	204	373	474	590
	72	220	357	487	590
	70	213	380	490	600
	73	209	365	499	617
	71	211	360	505	617
	75	203	343	496	605
	71	215	338	497	597
	76	223	352	501	604
	75	216	365	497	614
	97	256	403	595	646
	94	317	417	594	650
	92	290	437	590	665
	93	265	405	600	643
	92	240	430	593	667
	85	230	440	567	656
	87	240	430	590	672
	91	235	427	580	680
	90	230	430	580	670
	96	285	430	565	677
	71	205	380	480	572
	70	215	365	475	578
	68	201	370	480	580
	70	203	367	465	580
	69	201	358	467	545
	66	194	330	484	545
	63	190	360	490	589
	63	191	343	505	590
	71	194	367	470	587
	70	195	341	470	578
	92	250	375	543	655
	92	242	383	545	623
	92	246	370	541	625
	90	244	370	515	645
	92	251	363	532	627
	85	240	355	530	635
	87	244	380	528	633
	91	255	383	529	607
	90	253	376	533	607
	86	253	385	537	620
	73	205	358	496	592
	73	216	362	497	590
	67	221	340	505	601
	71	225	351	498	602
	71	210	347	502	593
	80	215	371	489	582
	75	218	360	503	598
	71	207	358	510	595
	74	210	361	500	600
	72	215	334	490	605
R	79,30	226,46	374,24	517,48	612,38