

NIVALDO GONÇALVES
-Cirurgião Dentista-

SILICATO PARA MODELOS
(Estudo de algumas de suas propriedades físicas)

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade de Campinas, para a obtenção do grau de Doutor em Ciências - (Dentística Operatória)

PIRACICABA
1967

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

A minha espôsa e a minha filha.

A meus pais e a meu irmão,
o reconhecimento eterno.

AGRADECIMENTOS

No modesto trabalho que apresentamos, trazemos muito de nós, do nosso esforço, das nossas lutas, do nosso sacrifício, porém trazemos muito mais ainda, do esforço, das lutas e dos sacrifícios de todos aquêles que nos auxiliaram remota ou pròximamente nessa escalada luminosa e de extremos horizontes, da cultura científica.

E, especificamente, no que tange a esta tese, devemos ressaltar a colaboração irrestrita e desinteressada de quantos procuramos, aclarando nossas dúvidas, bebendo sequiosos, tôdas as palavras de estímulo, alentadoras de um espírito irrequieto, que ensaiava seus passos nessa estréia dignificante.

Por isso, sejam de agradecimento sincero as nossas primeiras palavras.

Agradecimento profundo, imensurável, ao mui digno e estimado Diretor de nossa Faculdade, Professor Doutor CARLOS HENRIQUE ROBERTSON LIBERALLI, - por tudo quanto tem feito por ela, elevando-a entre as melhores no conceito unânime de todos. Nós, que vimos acompanhando desde os instantes iniciais o seu desenvolvimento, vimo-la crescer e conceituar-se, graças ao calor, ao carinho, ao zêlo e ao entusiasmo com que S. Excia. soube conduzi-la nos seus primeiros momentos, e emprestar-lhe o seu nome de intelectual, de pedagogo, de timoneiro.

Passe o tempo, sucedam-se os fatos, substituam-nos gerações, porém uma coisa estará sempre gravada a cinzel na lápide, ou a fogo no bronze da

história, que é imperecível: a participação inteira, de intelecto, de cultura, de prestígio, mas, acima de tudo, a participação humana de nosso Diretor no destino de todos quantos, nesta casa, tivemos a ventura de conviver.

Ao Professor Doutor DALTON BELMUEDES DE TOLEDO, Livre-Docente da Cadeira de Dentística Operatória, à qual por vários anos pertencemos, patenteamos o nosso reconhecimento profundo, por tudo quanto de S. Senhora recebemos de estímulo, palavras amigas e orientação.

Ao Professor Doutor LUIZ ANTONIO RUHNKE, Livre-Docente da Cadeira de Materiais Dentários de nossa Faculdade, outrossim agradecemos, porquanto, tendo S. Senhora como nosso Orientador, em muito valorizamos nosso trabalho.

Consignamos, outrossim, os mais efusivos agradecimentos, também,

Ao Professor Doutor RENATO AMÍLCARE CATANI, Catedrático da Cadeira nº 10 - Química Analítica e Físico-Química da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", pela gentileza com que nos honrou, fazendo a análise qualitativa e quantitativa do material que estudamos;

Ao Engenheiro Agrônomo ROBERTO SIMIONATO DE MORAES, Assistente da Cadeira de Matemática da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", pelo trabalho estatístico;

Aos senhores SIDNEY BARBOSA DE SOUZA, IVES ANTONIO CORAZZA e LUIZ CAMILLI, pela dedicação demonstrada, respectivamente, na confecção das fotografias, datilografando estas páginas, e pela confecção das matrizes e extrator;

A todos, enfim, que direta ou indiretamente colaboraram conosco, na feitura deste trabalho.

*

* *

ÍNDICE

	P.
1 - INTRODUÇÃO	8
2 - REVISTA DA BIBLIOGRAFIA.	11
3 - PROPOSIÇÃO	19
4 - MATERIAL-INSTRUMENTAL-APARELHOS-MÉTODOS.	20
4.1 - Material	20
4.2 - Instrumental-Aparelhos-Métodos	22
4.2.1 - Preparo do Material.	22
4.2.2 - Ensaio de consistência	23
4.2.3 - Tempo de geleificação.	24
4.2.4 - Contração.	26
4.2.5 - Resistência à abrasão.	29
5 - RESULTADOS OBTIDOS	32
6 - DESENVOLVIMENTO DOS ENSAIOS.	44
6.1 - Tempo de Geleificação.	44
6.1.1 - Pó, umidade relativa do ar e temperatura variáveis.	44
6.1.2 - Temperatura e umidade relativa do ar variáveis	45
6.1.3 - Quantidade de líquido, umidade relativa do ar e temperatura constantes.	45
6.2 - Contração.	46
6.2.1 - Corpos de prova expostos ao ar	46
6.2.2 - Corpos de prova imersos em óleo mineral	47
6.3 - Resistência à abrasão.	47
6.3.1 - Corpos de prova expostos ao ar	47
6.3.2 - Corpos de prova imersos em óleo mineral	48
7 - DISCUSSÃO.	50
7.1 - Tempo de Geleificação.	50
7.2 - Contração.	52
7.3 - Resistência à abrasão.	54
8 - CONCLUSÕES	57
9 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
10 - APÊNDICE	64

1 - INTRODUÇÃO

Temos assistido, neste quartel do século vinte, ao suceder incontido das conquistas científicas.

Experiências, descobertas, inventos, trazem constantemente sua contribuição para o avanço a celerado do progresso.

A ciência odontológica, de Black a nossos dias, conquante sem muito aparato, vem acompanhando, também, o ritmo dessas conquistas.

Hoje, ampliadas estão, por exemplo, as possibilidades de restauração da forma e função da coroa dental pelo uso de plásticos, metais e porcelana fundida.

Já PEYTON e colaboradores (18) ressaltam que "a habilidade do dentista para obter os resultados desejados está sempre limitada por certos fatores básicos, dos quais um é a disponibilidade do material adequado e o outro, o desenvolvimento e controle de procedimentos técnicos apropriados para o uso desses materiais disponíveis".

Sabe-se que para a obtenção do modelo de cêra, podemos utilizar o método direto, conseguindo o diretamente na bôca, e o método indireto, conseguindo-o a partir de modelos dos preparos.

Ora, a tendência, atualmente, é de conseguir-se os mesmos pelo método indireto. Usam-se, pa

ra tanto, modelos unitários produzidos por metalização, amálgamas, metais de baixa fusão, silicato - para modelos, gesso pedra nacional, últimamente, gessos especiais.

ROSELINO (28) assim resume as propriedades dos citados materiais:

"Gessos: expandem ao tomar prêsa ou endurecem; apresentam reação de superfície com as siliconas; têm resistência à penetração, ao desgaste e à fratura, insuficientes para resistir às manobras sucessivas a que estão sujeitos os modelos, desde a fase de enceramento até o polimento final da peça;

amálgama e

metais de baixa fusão: não podem, por motivos óbvios, ser utilizados com os elastômeros;

galvanoplásticos: necessidade de um aparelho com amperímetro, bom material para os anodos, boas soluções eletrolíticas, emprêgo de artifícios como agentes condutores de eletricidade, agentes isolantes de eletricidade, e, ainda, agitadores da solução eletrolítica;

cimentos: de emprêgo mais difícil, no que respeita ao preenchimento das regiões

mais profundas dos moldes sem provocar oclusão de ar, e apresentam contrações quando expostos ao ar ambiente".

A reprodutividade de pormenores nos troquéis é de suma importância e depende dos materiais moldadores e dos empregados na feitura dos modelos (26).

Sabedores que éramos do largo emprêgo de troquéis de silicato para modelos, consoante pode ser constatado no apêndice dêste trabalho, e como pouca orientação houvesse no que tange ao seu emprêgo, resolvemos estudar algumas de suas propriedades físicas, no intuito de possibilitar, ao clínico, maior sucesso em seus trabalhos.

Depois de realizarmos a análise qualitativa e quantitativa do material, e de compararmos seus elementos com os que constituem os cimentos de silicato, concluimos serem ambos nitidamente semelhantes.

O objetivo, contudo, não era fazer comparação rígida entre um e outro material, mas sim, devido à semelhança dos elementos que compõem ambos, estudar o silicato para modelos fundamentando-nos nos principais fatores que interferem nas propriedades físicas do material restaurador.

Por essa razão, não seguimos, rigorosamente, as indicações preconizadas pela especificação nº 3 do GRUPO BRASILEIRO DE MATERIAIS DENTÁRIOS (1) ou dos trabalhos encontrados sôbre o cimento de silicato.

2 - REVISTA DA BIBLIOGRAFIA

Em t^oda a bibliografia odontol^ogica a nos-
so alcance, procuramos trabalhos que nos orientassem
s^obre o silicato para modelos e cimento de silicato, (19)
selecionando, inicialmente, tudo o que tivesse inti-
ma rela^o com o conte^udo d^este. *de acordo
com
modelos*

Apesar da semelhan^oa das f^or^omulas, interes-
samo-nos mais pelos fat^ores b^asicos de um e de ou-
tro para chegarmos a uma conclus^oo. *Fundamental:
(20)*

Esses fat^ores, que nos orientam e que d^oo
uma rela^oo intima entre eles, s^oo: propor^oo p^olⁱ-
quido, temperatura e umidade relativa do ar e, ainda
corpos de prova expostos ao ar ou imersos em oleo mi-
meral.

"T^ecnicas s^oo apresentadas no af^o de con-
trolar as altera^oes dimensionais dos materiais, e
ao profissional cabe respeitar os princⁱpios firma-
dos, a fim de que possa obter resultados cada vez
mais satisfat^orios", diz DELGADO (7). *Revis^oo corrigida com intuito
de se evitar de mais erros*

A. L. Cohen aponta v^arios defeitos do cimen-
to de silicato, dizendo, por^em, que todos esses de-
feitos podem ser, na pr^atica, eliminados pelo profis-
sional que conhe^oa a natureza fⁱsica do material, e
que use t^ecnica apropriada para control^a-los (2). *(21)*

ROSELINO (26) conclui que "sendo a tend^en-
cia atual a ado^oo do m^etodo indireto para a obten-
^oo de incrusta^oes, ^e de se admitir que grande par-
te dos insucessos ocorra pela falta de disciplina e

obediência nas diversas fases das técnicas e pelo desconhecimento, mesmo que parcial, das características inerentes aos materiais envolvidos na construção dos modelos de trabalho".

Dest'arte, inúmeras são as opiniões de autores quanto às alterações dimensionais apresentadas pelos diferentes materiais usados para a feitura dos troquéis.

Alguns tecem comentários somente sobre a obtenção do modelo; outros fazem-nos desde o material moldador até a obtenção das incrustações de ligas de ouro.

Baseando-se no elevado aperfeiçoamento das técnicas atuais de fundição, pode-se dizer que as possíveis falhas apresentadas devem ser tidas mais como exceção do que, propriamente, regra (24).

FUSAYAMA (11), todavia, acha que, apesar de se ter grande variedade de técnicas julgadas suficientes para a obtenção de ótimas fundições, isto nem sempre acontece. *citar autor (9)*

Se variarmos o material para modelo, não conseguiremos resultados semelhantes quanto à reproduzibilidade dos blocos fundidos, mesmo que a técnica de fundição empregada seja a mesma (27). *citar autor (9)*

DELGADO (7) escreveu que "a adaptabilidade de um bloco metálico por fusão de liga de ouro - na cavidade preparada em um dente, é resultado do conhecimento das alterações de volume e forma dos diversos materiais utilizados para a obtenção do mesmo bloco".

PEYTON e colaboradores (20) afirmam que tanto o troquel como o modelo têm que ser resistentes e duráveis, permitindo manipulações várias e permanecendo fiéis até a operação final.

A fim de conseguir o máximo de suas qualidades, o cimento de silicato exige o conhecimento de suas propriedades físicas (6). *! Ligeiro? Essa frase não dá a ideia. Colocar.*

Comentando sobre as propriedades físicas dos cimentos de silicato, PAFENBARGER e colaboradores (16) dizem que estas são mudadas *alterada (ligeiro)* quando variamos a proporção pó/líquido e, em geral, pode ser dito que a melhor qualidade do cimento nos é dada com uma vantagem relativa quando conseguimos agregar mais pó na quantidade dada de líquido.

Falando sobre o cimento de silicato, FAGGART (9), *50 pinças* muito embora diga que a proporção pó/líquido ideal para se trabalhar é a preconizada pelo fabricante, o mesmo FAGGART (10), *ao* contudo, em outro trabalho, apresenta opinião idêntica à de RINGS DORF (25) *deu* quando diz que "quanto maior a quantidade de pó incorporada ao líquido, mais forte será a mistura do cimento de silicato". *em parte (sem)*

Para SKINNER & PHILLIPS (36) a consistência, no final da mistura, deve ser semelhante àquela da massa de vidraceiro, ou seja, bastante espessa.

Tal consistência, entretanto, no que tange ao silicato para modelos é imprópria para o vassamento dos troquéis, e, a fim de conseguirmos massa menos espessa, podemos apontar Morgenstern, citado

por SZABÓ (37) que deduziu resultarem as variadas -
graduações de cimento das proporções pó/líquido em--
pregadas. Chegou a essa conclusão após estudar as
propriedades físico-químicas do cimento de silicato.

Bastante importante e intimamente relacio-
nada ao nosso trabalho é a afirmativa de COY (6) quan-
do diz que para cada grau centígrado que se eleve a
temperatura da placa de vidro, acima de 21°C, agrega-
se 0,025 g a menos de pó em 0,4 cm³ de líquido.

Com respeito à influência da temperatura
no que tange ao melhor aproveitamento das proprieda-
des do silicato, NIRONEN (15) afirma que de determi-
nada marca de cimento conseguiu agregar mais pó numa
placa com temperatura de 2-6°C do que em 16-17°C. (See)

Em
algunhas
vezes
valida

A fim de compensar a variação da temperatu-
ra e da umidade no verão e no inverno, RINGS DORF (25)
indica a necessidade de ar condicionado no consultó-
rio, conseguindo-se, assim, agregar mais pó ao líqui-
do para obter-se um cimento mais resistente. Todavia,
na ausência do ar condicionado no consultório, tem-
-se sugerido, em alguns casos, a protelação da restau-
ração de cimento de silicato até que existam condi-
ções atmosféricas mais favoráveis (35). (See)

Avaliando a composição dos cimentos e suas
propriedades físicas, PAFFENBARGER e colaboradores
(16) concluem que as próprias composições não são su-
ficientes para estabelecer definitivamente as proprie-
dades do cimento. Exemplificam que dois pós podem a-
presentar a mesma composição mas ser fisicamente di-
ferentes. Entretanto, afirmam que a composição con-

duz a uma relação nas propriedades físicas.

PEYTON e colaboradores (19), referindo-se sobre os materiais empregados na confecção de modelos e troquéis, falam de suas qualidades, frisando que algumas são mais importantes que outras, mas que nenhum material possui tôdas. Dizem, ainda, que êsses materiais devem apresentar-se fiéis na reprodução de detalhes e que a estabilidade dimensional deve situar-se num grau mínimo.

PEYTON e colaboradores (21), ainda, comentando sobre a maneira de se proteger a mistura conseguida, afirmam que os troquéis foram guardados em água ou glicerina, a fim de impedir que os mesmos se desidratassem, tornando-se quebradiços.

Referindo-se especificamente sobre o mesmo assunto, ROSELINO (26) declara em sua tese: "... foram lubrificados com vaselina sólida, a fim de evitar desidratação e rachaduras". O mesmo A. (26), analisando a reprodução de pormenores, diz que os modelos de sílico-fosfato se apresentaram mais fiéis que os de gêsso pedra.

SKINNER & PHILLIPS (31) denominam a reação que se dá pelo contato do pó com o líquido de geleificação.

Para se trabalhar com misturas mais espessas, há necessidade, é lógico, de se aumentar a relação pó/líquido, sem que haja redução importante no tempo de geleificação entre as seguidas proporções de pó utilizadas (22). Conseguem-se, com êsse aumento, silicatos de maior resistência (23).

Ainda sôbre a relação pó/líquido temos que "quanto menor a quantidade de líquido utilizada para uma mesma quantidade de pó, mais curto será o tempo de prêsa" (31). E, também, se utilizarmos muito líquido ou muito pó na mistura, obteremos restaurações de qualidade inferior. Entretanto, entre êstes dois extremos, para conseguirmos restaurações mais sólidas, devemos optar pela incorporação da maior quantidade de pó ao líquido (4).

Sôbre a consistência dos cimentos, PAFFENBARGER e colaboradores (16), opinam que apesar de a quantidade de líquido ser constante, a mesma pode variar de cimento para cimento. Dêste modo, deve-se variar a quantidade de pó para se ter a mesma consistência.

Referindo-se ao tempo de geleificação, GARRET^T(12) diz que a manipulação deve ser de um minuto ou menos, pois, se êsse tempo fôr ultrapassado, haverá distúrbios na geleificação e interferência na propriedade de prêsa.

As contrações apresentadas pelo cimento de silicato são, aparentemente, pequenas, porém de grande importância do ponto de vista clínico (32)(8)(17). Essas contrações podem atingir a 2% de seu volume ao endurecer o material (6).

SKINNER & PHILLIPS (34) comentam a resistência do cimento de silicato dizendo que após o endurecimento inicial se processa um aumento muito lento dessa resistência, tudo fazendo crer ser também lenta a velocidade de reação entre líquido e pó. Ex-

plicam, ainda, que, dentro dos limites práticos, a maior resistência à compressão do cimento de silicato é conseguida pela maior quantidade de pó incorporada a uma determinada de líquido (33). Dizem que "para um aumento de resistência é aconselhável, geralmente, incorporar a maior quantidade possível de pó para uma dada consistência de trabalho" (29).

BASTOS (3) afirma que devemos fazer com que tôdas as partículas de pó entrem em contato com o líquido, processando-se uma reação normal, pois, se isto não ocorrer, obteremos um cimento fraco.

Nestas citações, mostramos algumas opiniões relacionadas com os fatores básicos, já mencionados no início do capítulo, a respeito das alterações dimensionais.

Com referência à composição, resta, ainda, a citação de MANLY e colaboradores (13): "o primeiro autêntico cimento silicoso foi descoberto por Fletcher em 1871. Constituía-se de um pó produzido pela fusão da alumina, sílica e óxido de cálcio. Este pó era misturado a um líquido contendo, a princípio, sal de tungstênio e soda, em solução gelatinosa e, posteriormente, em ácido fosfórico".

Desta última citação, particularmente, percebemos que os cimentos de silicato não são recentes e que notórias são as semelhanças dos elementos que compõem suas fórmulas, o que justifica plenamente a orientação seguida em nosso trabalho, que é baseado nos métodos empregados para o estudo do material restaurador.

Muito embora tivéssemos, na confecção dê-se trabalho, lançado mão de material bibliográfico referente ao cimento de silicato e ao silicato para modelos, os assuntos sôbre o cimento de silicato se fazem presentes em maior número, porque restrita é a literatura sôbre o material que vamos estudar. Entretanto, não tivemos dúvidas de seguir tal orientação devido à igualdade qualitativa e à semelhança - quantitativa existentes entre os dois tipos de material.

*

* *

3 - PROPOSIÇÃO

Em face do largo emprêgo do silicato para modelos na feitura de troquéis, e as grandes defici-
ências dêsse material, e por não encontrarmos, *qualquer* *ajustar* *(Lig.)* em
tôda a literatura consultada, orientação para seu me-
lhor aproveitamento, resolvemos estudar algumas de
suas propriedades físicas, com o intuito de propor-
cionar aos profissionais, alguma orientação baseada
em dados experimentais.

Dessa forma, propusemo-nos a:

1) Verificar a influência da proporção pó/
líquido na resistência à abrasão e na contração do
material.

2) Verificar a mesma influência, bem como
a da temperatura e umidade relativa do ar no tempo
de geleificação e sua importância na obtenção da mas
sa. *Comitê de mesa (Lig.)*

3) Verificar a influência da imersão dos
corpos de prova em óleo mineral, no que tange, tam-
bém, à resistência à abrasão e à contração do mate-
rial, *e sua expansão (Lig.)*

4) Verificar se a demora na utilização do
troquel tem influência na estabilidade dimensional -
do material.

*

* *

4 - MATERIAL - INSTRUMENTAL - APARELHOS - MÉTODOS

4.1 - MATERIAL

O material utilizado neste estudo foi o "SILICATO PARA MODELOS", produzido pela firma S.S. White Dental Mfg. Co. of Brazil, Rio de Janeiro, empregado na confecção de troquéis para obtenção de bloco de cêra, na técnica de moldagem indireta.

Solicitamos a análise qualitativa e quantitativa do pó e líquido do material em foco, e, após comparações com as dos cimentos de silicato (16), deduzimos, inicialmente, que a maioria dos elementos são encontrados em ambos os produtos.

Com base nos resultados obtidos na pesquisa bibliográfica, bem como na comparação dos elementos de suas fórmulas, é que resolvemos confeccionar as matrizes para a obtenção dos corpos de prova, seguindo as mesmas indicações sobre o cimento de silicato, preconizadas pelo órgão orientador (1), salvo variações que serão apresentadas nos respectivos capítulos.

Apesar de terem os cimentos de silicato seu aparecimento por volta de 1871 (13), seus principais elementos permanecem, até nossos dias, com raras variações, introduzidas pelas diferentes firmas produtoras.

Relacionamos, a seguir, os resultados par-

ciais acusados pelo resultado analítico, em ordem de crescente, de acôrdo com a porcentagem encontrada:

- Pó - 1 - Sílica (SiO_2).
- 2 - Alumina (Al_2O_3).
- 3 - Óxido de cálcio (CaO).
- 4 - Pentóxido de fósforo (P_2O_5).

- Líquido - 1 - Ácido fosfórico (H_3PO_4).
- 2 - Zinco (Zn).
- 3 - Alumínio (Al).

Deixamos de citar os resultados da análise quantitativa por respeitarmos o segrêdo industrial.

*Não se cita a análise quantitativa (100%)
da amostra de semente industrial.*

LOTE

PÓ:- Todo o conteúdo de vários vidros foi juntado e armazenado em outro maior para homogeneização. Utilizamos partidas diferentes, conforme seguem: 37959 - 371260 - 40761 - 40861 - 231061 - 18462.

LÍQUIDO:- Foram adquiridos vidros de líquido da mesma partida. Todo o conteúdo foi entornado em vidro maior cuja abertura foi vedada hermeticamente com tampa de borracha, permitindo a retirada do líquido por meio de agulha e seringa. Partida: 20461-159.

4.2 - INSTRUMENTAL - APARELHOS - MÉTODOS

4.2.1 - PREPARO DO MATERIAL

Durante todo o trabalho seguimos sempre a mesma orientação na obtenção do material.

As quantidades de pó foram conseguidas por meio de pesagens em uma balança analítica METTLER, - tipo H 15.

As quantidades de líquido utilizadas foram 0,4 e 0,8 cm³, dependendo, naturalmente, do tipo de ensaios que estávamos realizando e as justificativas dessas variações estão contidas nos respectivos capítulos.

A placa de vidro utilizada para o preparo do material apresentava as seguintes dimensões: comprimento 15,5 cm, largura 8,2 cm, e espessura 2,3 cm. Foi sempre usada seca e sem qualquer resíduo de material aglutinado anteriormente.

O pó, uma vez pesado, era colocado sobre essa placa de vidro e dividido em três porções, sendo que duas delas correspondiam a quartos do total e uma delas à metade.

Uma vez sobre a lage de vidro a proporção pó/líquido desejada, iniciávamos a aglutinação utilizando para a mesma uma espátula de ágata.

O tempo de aglutinação foi sempre de um minuto, e a técnica empregada foi a de aglutinarmos, primeiramente, a metade do total em 15 segundos e

posteriormente, as duas quartas partes restantes em 15 segundos cada uma. Os restantes 15 segundos, consumíamos-los na homogeneização de toda a massa.

Procurávamos dar à espátula, no momento da aglutinação, movimentos lineares, estando a mesma numa inclinação de mais ou menos 10° em relação ao plano horizontal.

4.2.2 - ENSAIO DE CONSISTÊNCIA

Preparada a massa, realizamos o ensaio de consistência com duas finalidades: 1ª) para determinarmos a quantidade de pó que iríamos empregar e que serviria de ponto de partida para a confecção dos corpos de prova; 2ª) para determinarmos a proporção pó/líquido ideal de trabalho.

Seguimos rigorosamente, neste ensaio, a especificação nº 3 do GRUPO BRASILEIRO DE MATERIAIS DENTÁRIOS (1), pois, "o emprêgo do método da especificação oferece a vantagem de não fugir aos ensaios, a que os próprios fabricantes submetem seus materiais" (5). E, também, porque não tínhamos outra orientação, nem mesmo do fabricante.

Um dos requisitos exigidos pela especificação para o ensaio de consistência é o preparo do material em ambiente de temperatura de $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$, sendo a umidade relativa do ar de 55-75%, o que conseguimos, realizando nossos ensaios em uma das Clínicas de nossa Faculdade, que possui condicionador de ar.

Realizamos várias experiências, nas quais utilizávamos sempre a mesma quantidade de líquido,

mas quantidades variáveis de pó.

A consistência padrão determinada pelo ensaio foi, então, conseguida pela utilização de 1850 mg de pó, em três experiências sucessivas.

Entretanto, essa quantidade de pó não ofereceria consistência ideal para que o clínico vasasse seus troquéis, por se tornar muito espessa a massa e difícil de ser trabalhada.

Como SKINNER & PHILLIPS (30) afirmam que "a consistência padrão não significa necessariamente a consistência ótima para se obter as melhores propriedades físicas do cimento", resolvemos determinar a consistência ideal para o trabalho do material.

Depois de realizarmos vários ensaios, observando sempre a maior ou menor consistência da massa, em que era utilizada a mesma quantidade de líquido, chegamos à conclusão de que a consistência de trabalho nos era dada com 1400 ± 50 mg de pó.

Cumprе salientar aqui, que essa determinação é bastante individual, porquanto, a preferência de massa mais ou menos espessa para o trabalho, pode variar entre os profissionais. *(Depois) não poderíamos*

4.2.3 - TEMPO DE GELEIFICAÇÃO

Realizamos ensaios pela manhã, à tarde e à noite, visando única e exclusivamente às variações de temperatura ambiente que podem surgir em um consultório.

Nêsses períodos tivemos diferentes tempera

turas, bem como, oscilação da umidade relativa do ar.

A primeira variação que efetuamos em relação às regras preconizadas no emprêgo dos cimentos de silicato, foi com referência à quantidade de líquido que passamos a usar em todos os ensaios de geleificação. De acôrdo com a especificação nº 3 do GRUPO BRASILEIRO DE MATERIAIS DENTÁRIOS (1), teríamos que usar $0,4 \text{ cm}^3$ de líquido para quantidades variáveis de pó. Contudo, tendo em vista que o profissional poderia necessitar de maior volume de material, realizamos as experiências usando $0,8 \text{ cm}^3$ de líquido.

A determinação do tempo de geleificação - fêz-se colocando a massa preparada, conforme ítem 4.2.1, em um anel de latão com as seguintes dimensões: diâmetro interno $9,5 \text{ mm}$, diâmetro externo 11 mm , e altura $4,8 \text{ mm}$, aproximadamente. Sôbre a superfície plana do material introduzido neste anel, usamos a agulha de Gillmore de $453,6 \text{ g}$ (1 libra), de extremidade ativa de $1,06 \text{ mm}$.

O tempo de geleificação é aquêle decorrido do início da aglutinação até o momento em que a extremidade ativa da agulha de Gillmore baixada verticalmente, sem impulso inicial, não mais consiga deixar marcado, sôbre a superfície do material, um círculo perceptível.

Iniciamos usando a quantidade de 2250 mg de pó porque achamos que a massa conseguida possuía consistência tal, que poderia ser utilizada como ponto de partida. Finalizámos com 3300 mg , obtendo

uma mistura muito espessa, que dificultava o vasamento dentro do molde, produzia bôlhas de ar, sendo, ainda, de má adaptação à superfície interna do anel de latão.

4.2.4 - CONTRAÇÃO

Partindo do resultado conseguido nos ensaios de consistência padrão, fizemos os corpos de prova para os ensaios de contração, de acôrdo com o ítem 4.2.1 e utilizando 200 e 400 mg de pó, a mais e a menos de 1850 mg, permanecendo constante a quantidade de líquido, ou seja, $0,4 \text{ cm}^3$.

McCONNELL & BRAWLEY (14) dizem, em seu trabalho que a especificação nº 9 da American Dental Association permite a feitura dos corpos de prova para determinação dos ensaios em matrizes de aço, vidro, borracha dura, ou outro material que não altere a reação do cimento. Dizem, ainda, que as matrizes podem ser lubrificadas com uma solução a 3% de cêra microcristalina em benzina. Entretanto, informam que não fizeram uso do vidro ou borracha, mas usaram matrizes de aço e a lubrificaram de acôrdo com a especificação nº 9, mas desistiram porque os corpos de prova não podiam ser deslocados das mesmas sem se fragmentarem. Conseguiram-nos utilizando o anel ou matriz seccionada no sentido do longo eixo.

Para o preparo dos corpos de prova mandamos confeccionar uma matriz de aço inoxidável, dividida em duas partes, as quais eram adaptadas a uma

base de madeira (FIG. 1), Essa base possuía no centro da superfície superior uma cavidade onde a matriz era ajustada e, em seguida, fixada por parafuso.

A massa, depois de preparada, era colocada na matriz, preenchendo-a e aí permanecendo intacta até completar o tempo de endurecimento.

O tempo utilizado para isso era de 15 minutos a partir do início da aglutinação até a remoção, a fim de que não houvesse fraturas e alterações na estrutura do material quando de sua remoção da matriz.

Para a remoção dos corpos de prova da matriz foi confeccionado um extrator (FIG. 2) constituído de três peças: base, tampa ou guia e pino.

Na operação de extração procedíamos da seguinte maneira: colocávamos a matriz sobre a base metálica do extrator; em seguida sobrepúnhamos a guia que possuía um orifício correspondente ao diâmetro do corpo de prova, por onde o pino de aço era introduzido, exercendo pressão sobre o mesmo, deslocando-o da matriz.

Os corpos de prova obtidos apresentavam formato cilíndrico medindo 6 mm de diâmetro e 12 mm de altura.

Uma vez fora da matriz, cada corpo obtido era colocado no aparelho para as medições.

Para colhermos os dados referentes à contração, utilizamos um micrômetro de mostrador, cuja escala nos dava o resultado em micra. As leituras foram realizadas 1, 3, 6, 9, 12, 24 e 48 horas após

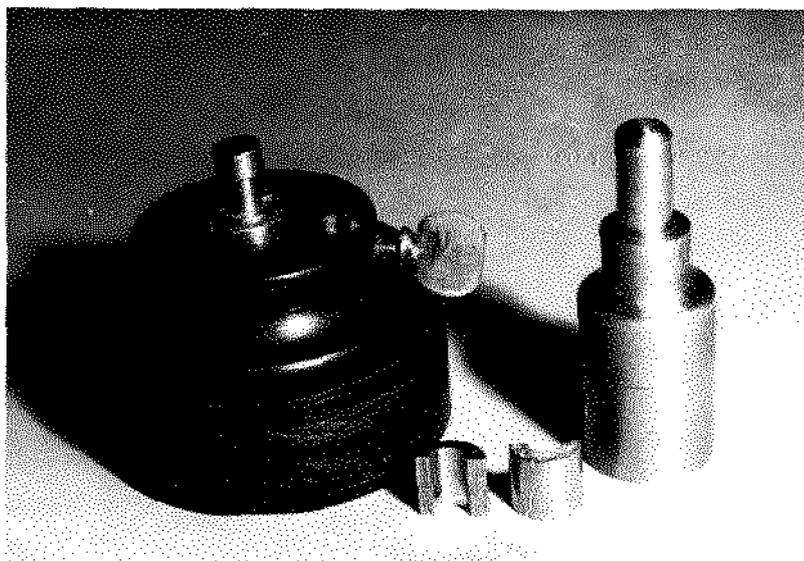


FIGURA 1

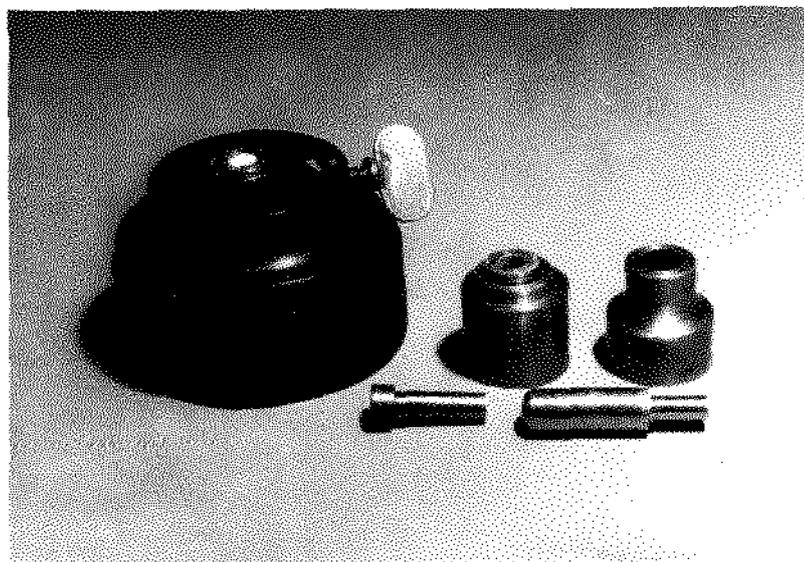


FIGURA 2

sua colocação no aparelho.

Os dados obtidos na média de três experimentos para cada quantidade de pó usada, foram posteriormente transformados para sabermos a porcentagem de contração linear do material.

Dois métodos distintos foram usados para medir a contração do material: 1º) mantendo o corpo de prova exposto ao ar; 2º) mantendo o mesmo imerso em óleo mineral (FIG. 3).

4.2.5 - RESISTÊNCIA À ABRASÃO

Nos levantamentos que fizemos no que tange à resistência à abrasão, partimos, também, da porção de 1850 mg de pó, determinada pelo ensaio de consistência padrão, com variações, também de 200 e 400 mg para mais e para menos, em dôbro.

Idealizamos uma matriz de aço de 30 x 30 - mm e 5 mm de espessura (FIG. 4), possuindo, internamente, abertura de 15 x 15 mm. Essa matriz nos dava um corpo de prova, portanto, de 15 x 15 mm e 5 mm de espessura, com as superfícies livres para receberem os riscos.

Logo após vasarmos o material, preparado conforme ítem 4.2.1, comprimíamo-lo com uma placa de vidro para que obtivéssemos ambas as superfícies lisas e paralelas. Durante o tempo da leitura, o material permanecia dentro da matriz metálica.

As leituras sucederam-se após 1, 3, 6, 9, 12, 24, 36 e 48 horas ao início da mistura.



FIGURA 3

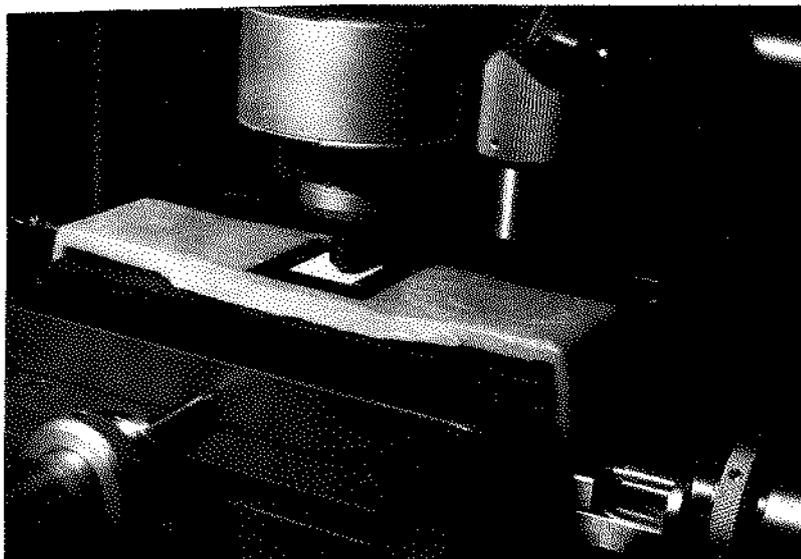


FIGURA 4

As marcas eram feitas com o aparelho Du-
rimet sob pressão de 500 g, e, a seguir, o material,
ainda na matriz, era transportado para o aparelho de
medir rugosidades - Perfilógrafo, segundo método i-
dealizado pelo Prof. Schmaltz - Fabricação VEB Carl
Zeiss JENA (FIG. 5), no qual eram realizadas as lei-
turas.

Também nesta modalidade de ensaios, fize-
mos as medições seguindo a orientação apresentada no
capítulo anterior quanto à exposição do material, is
to é, em contato com o ar e imerso em óleo mineral.

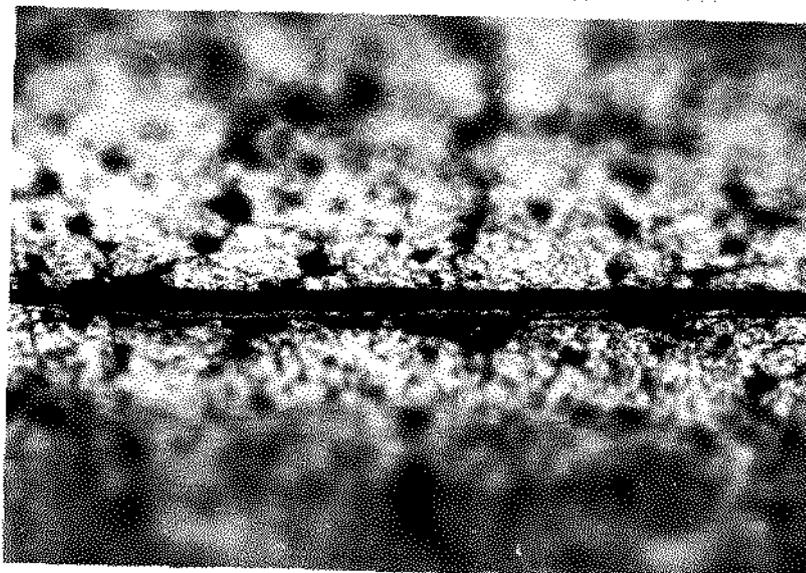


FIGURA 5

*
* *

5 - RESULTADOS OBTIDOS

GRÁFICO I
 CONTRAÇÃO LINEAR
 CORPOS DE PROVA EXPOSTOS AO AR

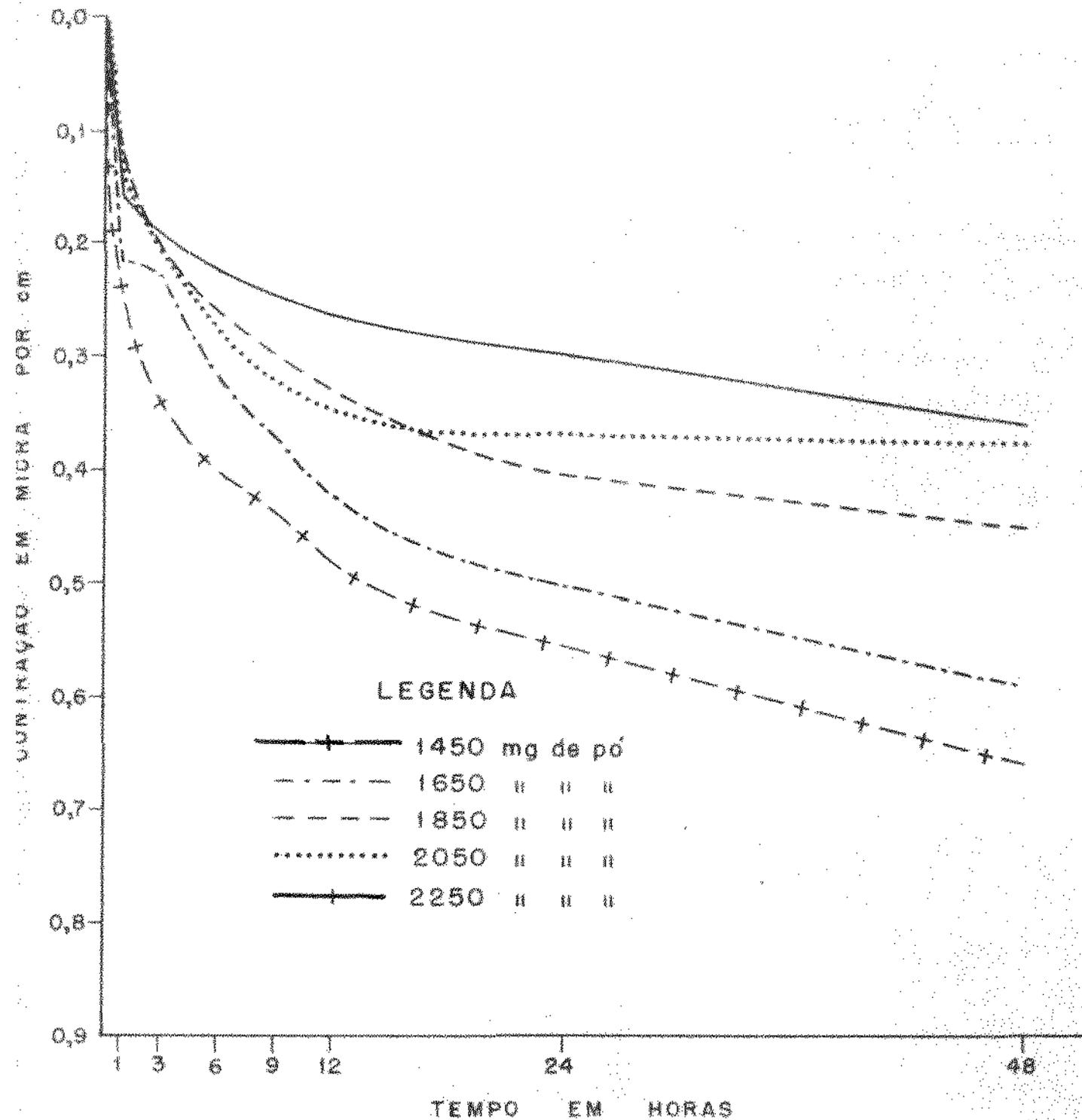


GRÁFICO II
 CONTRAÇÃO LINEAR
 CORPOS DE PROVAS IMERSOS EM ÓLEO MINERAL

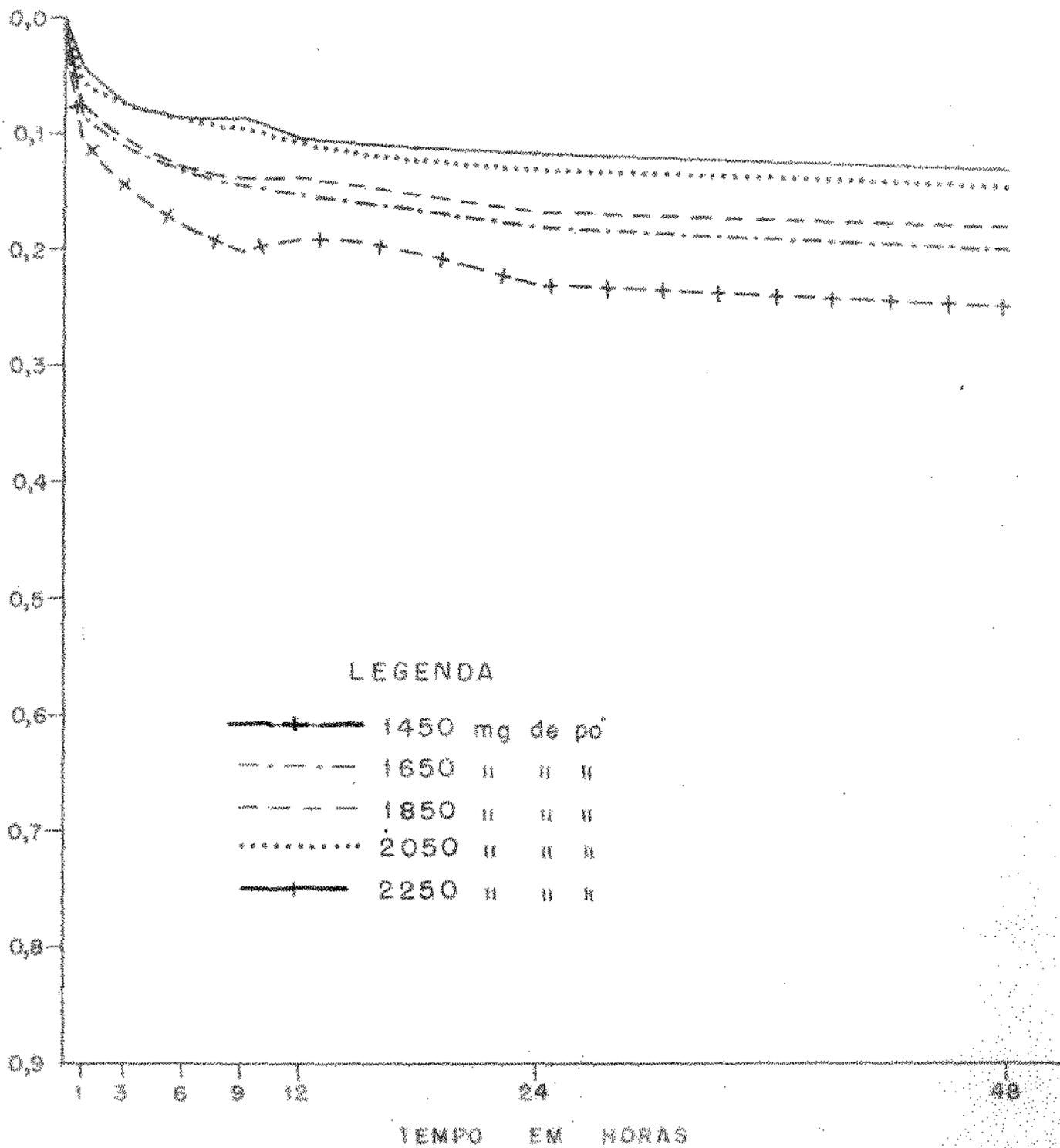


GRÁFICO III
RESISTÊNCIA À ABRASÃO
CORPOS DE PROVA EXPOSTOS AO AR

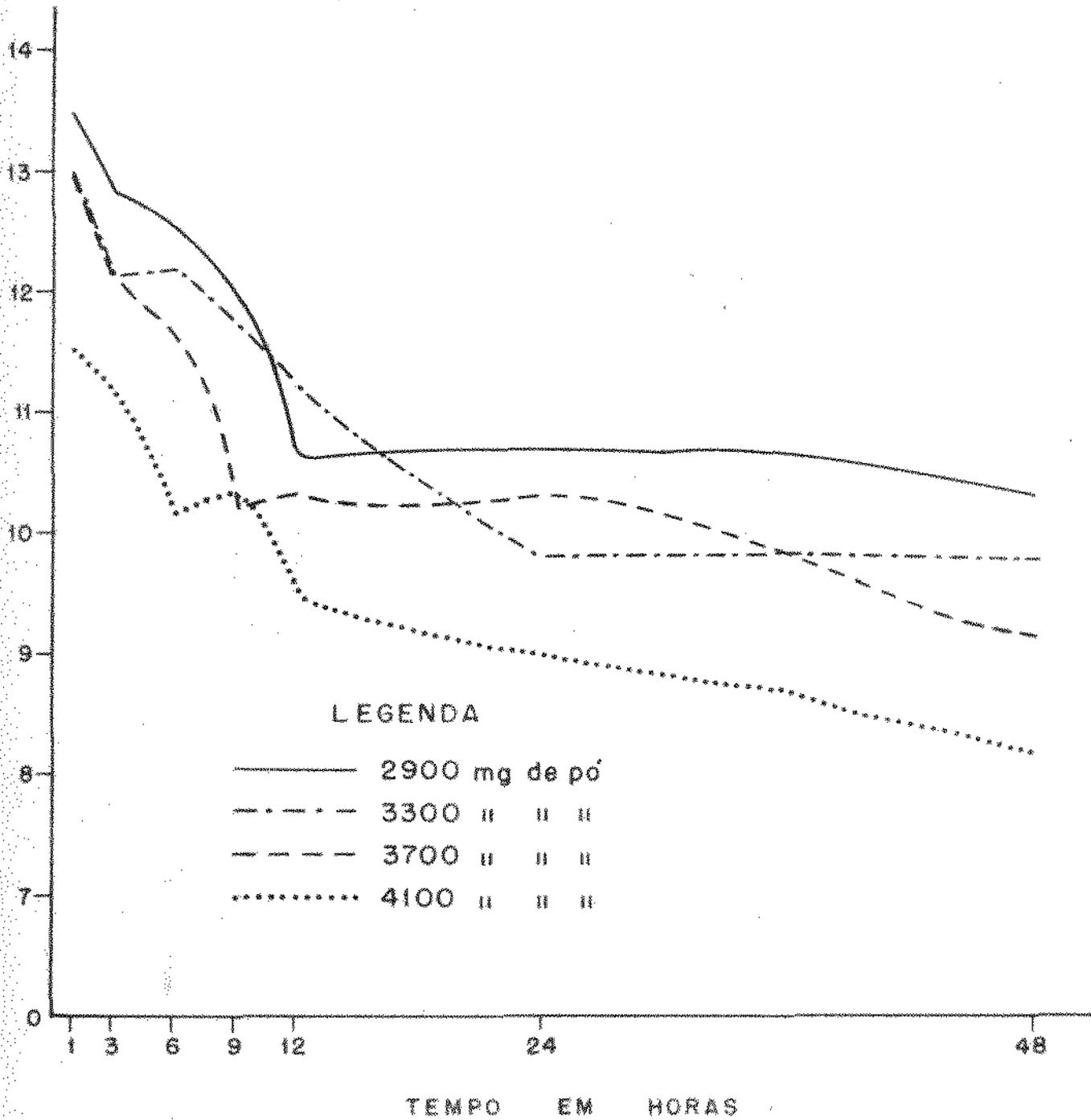


GRÁFICO IV
RESISTÊNCIA À ABRASÃO

CORPOS DE PROVA IMERSOS EM ÓLEO MINERAL

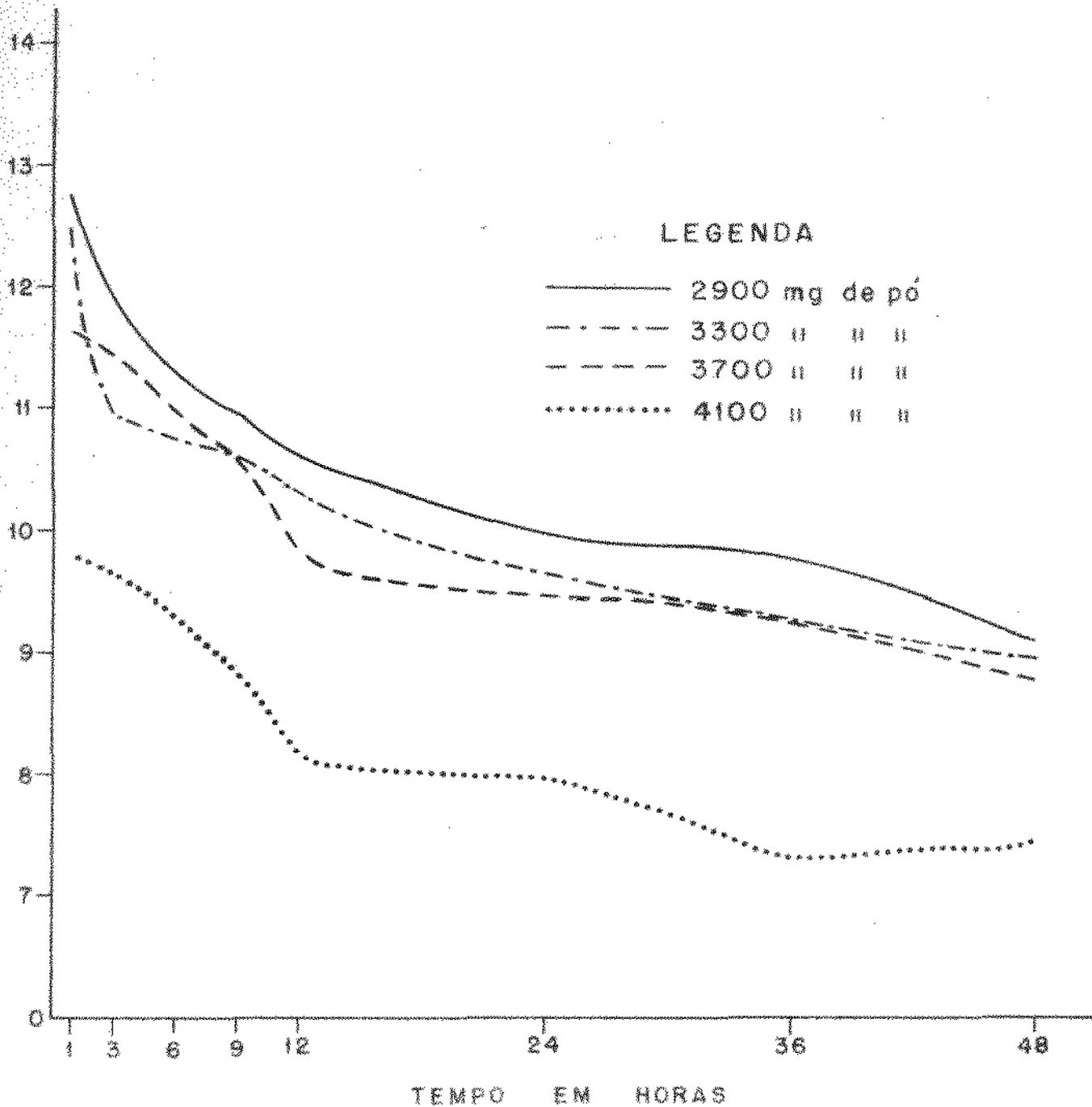


TABELA I
TEMPO DE GELEIFICAÇÃO

Pó, umidade relativa do ar e temperatura variáveis

QUANTIDADE pó/mg	E N S A I O S								
	M A N H ã			T A R D E			N O I T E		
	T.G. (minutos)	TEMP. (°C)	U.R. (%)	T.G. (minutos)	TEMP. (°C)	U.R. (%)	T.G. (minutos)	TEMP. (°C)	U.R. (%)
2250	11,18	23,5-25,0	76,0-77,0	10,37	27,0-28,0	65,0-67,5	10,59	27,0-27,5	62,0-63,0
2300	10,51	25,5-27,0	74,5-75,5	10,01	29,0-30,5	60,0-61,5	10,03	27,0-28,0	65,0-66,0
2350	9,29	23,0-24,5	75,5-77,0	9,38	23,0-24,5	75,5-77,5	9,23	-27,0-	62,5-64,0
2400	9,45	24,5-25,0	68,5-70,0	8,53	27,0-27,5	49,5-51,5	9,01	26,0-27,5	56,5-58,5
2450	8,57	22,5-24,0	69,5-70,0	8,20	24,0-25,0	63,0-65,0	8,03	27,0-28,0	65,0-67,5
2500	8,58	24,5-25,0	60,0-61,5	8,26	27,5-28,0	60,5-62,0	8,33	27,0-27,5	57,5-59,5
2550	8,36	26,0-27,5	67,0-69,0	7,57	23,5-25,0	75,0-77,5	8,17	25,0-25,5	68,5-70,5
2600	7,56	24,5-26,0	65,0-67,0	7,49	-27,5-	66,0-68,0	7,25	26,5-27,0	60,0-61,0
2650	7,04	26,0-27,0	76,5-81,5	7,09	24,5-26,0	65,0-67,0	6,59	24,0-24,5	63,0-65,0
2700	6,56	24,0-25,0	83,0-84,5	6,51	28,0-29,0	56,5-59,0	7,03	23,5-24,0	74,0-75,0
2750	6,33	25,0-26,0	81,0-84,0	6,40	30,0-30,5	57,0-58,5	6,27	-24,5-	68,0-69,0
2800	6,14	24,5-25,0	68,5-70,5	5,55	27,0-27,5	72,5-73,0	6,22	26,0-26,5	74,5-75,5
2850	5,41	25,0-26,0	74,5-75,5	5,31	31,5-32,0	51,5-54,0	6,13	-24,0-	70,0-70,5
2900	5,43	-24,5-	79,5-80,5	4,41	31,0-31,5	45,5-48,0	5,52	-25,0-	67,0-67,5
2950	5,19	25,0-25,5	68,5-69,5	4,21	-35,5-	45,5-46,0	5,31	24,5-25,5	69,5-70,0
3000	5,00	24,5-25,5	70,5-71,0	4,15	30,5-31,0	54,0-55,0	5,04	-26,0-	77,5-78,5
3050	4,50	-26,5-	70,5-71,5	4,30	26,0-26,5	69,0-70,0	4,56	-27,5-	66,5-69,0
3100	4,49	27,5-28,0	62,5-64,5	4,17	28,0-28,5	55,0-55,5	4,30	28,0-28,5	62,5-63,0
3150	4,39	26,0-27,0	65,5-71,0	4,19	26,5-27,0	73,0-74,0	4,21	-29,5-	60,5-61,5
3200	4,40	25,0-25,5	74,5-75,5	4,10	27,5-28,0	71,5-73,0	4,16	29,5-30,5	58,5-61,5
3250	4,49	25,5-26,0	72,5-73,0	4,16	29,0-30,0	56,0-58,5	4,21	-28,5	61,5-62,5
3300	4,22	25,5-26,0	69,0-70,5	4,12	26,0-27,5	63,5-64,0	4,07	28,0-28,5	62,0-63,0

T.G. - O tempo de geleificação obtido para cada quantidade de pó, na tabela acima corresponde à média de 10 ensaios. - TEMP. e U.R. - Temperatura e Umidade Relativa: máxima e mínima.
Quantidade de líquido para os ensaios desta tabela: - 0,8 cm³

TABELA II

TEMPO DE GELEIFICAÇÃO

TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA DO AR VARIÁVEIS

200 (mg) Bem

QUANT. pó/mg	E N S A I O S										MÉDIA (minutos)	TEMP. (°C)	U.R. (%)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
2000	10,02	10,14	10,17	10,39	10,20	10,26	10,05	9,34	9,13	9,24	10,01	29,0-30,5	60,5-61,5
2000	35,01	31,19	38,04	36,15	33,42	31,38	37,02	34,29	36,24	34,45	34,52	-16,0-	65,0-69,5
2500	6,39	6,28	6,44	6,27	6,24	5,59	6,05	5,57	5,51	5,48	6,14	28,5-29,0	61,5-62,0
2500	19,38	22,09	20,46	18,58	21,14	21,54	22,17	21,49	21,26	22,02	21,13	17,0-18,0	66,5-69,0
3000	4,07	4,19	4,10	3,56	4,17	4,01	4,19	3,59	3,55	4,08	4,07	28,0-28,5	62,0-63,0
3000	9,05	9,31	9,08	9,40	9,12	9,21	9,29	9,18	9,01	9,06	9,17	19,5-21,0	71,0-72,0

TABELA III
TEMPO DE GELEIFICAÇÃO
QUANTIDADE DE LÍQUIDO, UMIDADE RELATIVA DO AR E TEMPERATURA CONSTANTES
 Temperatura: $22,5 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$
 Umidade Relativa: 66,0 - 66,5%

QUANT. pó/mg	E N S A I O S										MÉDIA (minutos)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
2000	9,47	9,56	9,39	9,31	9,45	10,07	9,40	9,37	9,46	9,42	9,45
2250	7,32	7,41	7,44	7,57	7,47	7,55	8,01	7,40	7,55	7,51	7,48
2500	6,32	6,23	6,35	6,32	6,26	6,21	6,17	6,20	6,13	6,21	6,24
2750	5,38	5,31	5,43	5,19	5,17	5,23	5,26	5,16	5,14	5,29	5,25
3000	4,39	4,57	4,58	4,43	4,36	4,50	4,47	4,53	4,54	4,57	4,49

TABELA IV
CONTRAÇÃO LINEAR
Corpos de prova expostos ao ar

QUANT. pó/mg	ENSAIOS	LEITURAS REALIZADAS APÓS (HORAS)						
		1	3	6	9	12	24	48
1450	I	35,0	46,0	54,0	60,0	66,0	78,0	93,5
	II	41,5	55,0	64,0	68,0	73,0	79,5	96,0
	III	36,0	47,5	55,0	62,5	70,0	83,0	95,0
MÉDIA	%	0,308	0,408	0,483	0,529	0,583	0,666	0,791
1650	I	28,5	38,5	47,0	56,0	62,5	72,0	86,0
	II	32,0	36,5	45,0	51,5	60,0	72,0	84,5
	III	31,5	35,5	45,0	53,0	61,0	71,0	84,0
MÉDIA	%	0,258	0,275	0,383	0,441	0,508	0,600	0,708
1850	I	18,0	30,0	38,0	46,0	52,0	65,0	70,0
	II	15,5	28,0	38,0	45,0	50,0	60,0	68,0
	III	26,0	32,5	35,0	39,5	42,0	48,0	58,0
MÉDIA	%	0,166	0,250	0,308	0,358	0,400	0,483	0,541
2050	I	21,0	31,5	39,5	46,0	49,0	51,0	51,5
	II	20,0	30,5	41,0	48,0	50,0	53,5	55,0
	III	19,0	29,0	38,5	45,5	50,5	54,0	56,5
MÉDIA	%	0,166	0,250	0,333	0,391	0,416	0,441	0,450
2250	I	22,0	29,5	31,5	37,0	40,0	43,5	54,0
	II	21,0	24,5	30,5	32,5	35,5	40,5	49,0
	III	25,0	31,5	35,5	37,0	38,5	46,0	54,0
MÉDIA	%	0,191	0,233	0,275	0,291	0,316	0,358	0,453

OBS.: - Estes resultados foram obtidos em corpos de prova com 6 mm de diâmetro por 12 mm de altura.

TABELA V

CONTRAÇÃO LINEAR

Corpos de prova imersos em óleo mineral leve

QUANT. pó/mg.	ENSAIOS	LEITURAS REALIZADAS APÓS (HORAS)						
		1	3	6	9	12	24	48
1450	I	14,0	19,0	22,5	25,5	26,5	32,5	34,5
	II	15,5	20,0	22,5	25,5	27,5	32,0	36,0
	III	16,0	20,5	23,5	27,0	29,0	34,0	37,5
MÉDIA	%	0,125	0,166	0,216	0,241	0,233	0,275	0,300
1650	I	10,5	15,5	18,0	19,5	21,5	25,0	27,5
	II	12,5	16,5	19,0	20,5	21,5	26,5	29,0
	III	12,5	17,0	20,0	21,5	22,5	27,0	30,0
MÉDIA	%	0,100	0,133	0,158	0,175	0,183	0,216	0,241
1850	I	10,0	14,0	18,0	19,5	20,0	24,0	26,5
	II	12,5	16,5	19,0	19,5	20,0	23,5	25,5
	III	12,0	16,0	19,0	20,0	21,0	23,5	25,5
MÉDIA	%	0,091	0,125	0,158	0,166	0,166	0,200	0,216
2050	I	7,0	11,5	13,5	14,5	15,5	20,0	22,5
	II	8,0	10,5	13,0	14,5	16,0	19,0	21,5
	III	8,0	10,5	12,5	14,0	15,5	17,5	20,0
MÉDIA	%	0,066	0,091	0,108	0,116	0,133	0,158	0,175
2250	I	8,0	12,0	13,5	13,5	15,0	18,0	20,0
	II	5,0	9,5	12,0	13,0	14,0	17,0	19,0
	III	6,0	10,5	12,5	13,5	14,5	17,0	19,0
MÉDIA	%	0,050	0,091	0,108	0,108	0,125	0,141	0,158

OBS.:- Estes resultados foram obtidos em corpos de prova com 6 mm de diâmetro por 12 mm de altura.

TABELA VI
RESISTÊNCIA À ABRASÃO
Corpos de prova expostos ao ar

QUANT. pó/mg	ENSAIOS	LEITURAS REALIZADAS APÓS (HORAS)							
		1	3	6	9	12	24	36	48
2900	I	14,0	12,5	12,5	11,5	10,5	11,0	10,5	10,0
	II	13,5	13,0	12,5	12,5	10,5	10,0	10,5	10,5
	III	13,0	13,0	12,5	12,0	11,0	11,0	11,0	10,5
MÉDIA	<i>M</i>	13,50	12,83	12,50	12,00	10,66	10,66	10,66	10,33
3300	I	13,0	12,5	12,0	11,5	11,0	10,0	10,0	10,0
	II	13,0	12,5	12,0	11,5	11,5	10,0	10,0	9,5
	III	13,0	12,0	12,5	12,0	11,0	9,5	9,5	10,0
MÉDIA	<i>M</i>	13,00	12,16	12,16	11,66	11,66	9,83	9,83	9,83
3700	I	13,5	12,5	11,5	9,5	10,5	11,0	10,0	8,5
	II	13,0	12,5	12,0	10,5	10,5	10,0	10,0	9,5
	III	12,5	11,5	11,5	10,5	10,0	10,0	9,5	9,5
MÉDIA	<i>M</i>	13,00	12,16	11,66	10,16	10,33	10,33	9,83	9,16
4100	I	12,0	10,5	10,0	10,5	9,5	9,0	8,5	8,0
	II	11,0	11,5	10,5	10,5	10,0	9,0	8,5	8,0
	III	11,5	11,5	10,0	10,0	9,0	9,0	9,0	8,5
MÉDIA	<i>M</i>	11,50	11,16	10,16	10,33	9,50	9,00	8,66	8,16
4500	I	-	-	-	-	-	-	-	-
	II	-	-	-	-	-	-	-	-
	III	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-

TABELA VII
RESISTÊNCIA À ABRASÃO
Corpos de prova imersos em óleo mineral

QUANT. pó/mg	ENSAIOS	LEITURAS REALIZADAS APÓS (HORAS)							
		1	3	6	9	12	24	36	48
2900	I	13,5	12,0	11,5	11,0	11,0	10,5	10,0	9,5
	II	13,0	12,0	11,0	11,0	10,5	10,0	10,0	9,5
	III	12,0	12,0	11,5	11,0	10,5	9,5	9,5	8,5
MÉDIA	<i>M</i>	12,83	12,00	11,33	11,00	10,66	10,00	9,83	9,16
3300	I	13,0	11,0	11,0	10,5	10,5	10,0	9,5	9,0
	II	12,5	11,0	10,5	11,0	10,5	9,5	9,5	9,0
	III	12,0	11,0	11,0	10,5	10,0	9,5	9,0	9,0
MÉDIA	<i>M</i>	12,50	11,00	10,83	10,66	10,33	9,66	9,33	9,00
3700	I	11,5	11,5	11,0	10,5	9,5	9,5	9,5	9,0
	II	12,0	12,0	11,0	10,5	10,0	9,5	9,0	9,0
	III	11,5	11,0	11,0	11,0	10,0	9,5	9,5	8,5
MÉDIA	<i>M</i>	11,66	11,50	11,00	10,66	9,83	9,50	9,33	8,83
4100	I	10,0	10,0	9,5	9,0	8,0	8,0	7,0	7,5
	II	9,5	9,5	9,0	8,5	8,5	8,0	7,5	7,5
	III	10,0	9,5	9,5	9,0	8,0	8,0	7,5	7,5
MÉDIA	<i>M</i>	9,83	9,66	9,33	8,83	8,16	8,00	7,33	7,50
4500	I	-	-	-	-	-	-	-	-
	II	-	-	-	-	-	-	-	-
	III	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-

6 - DESENVOLVIMENTO DOS ENSAIOS

6.1 - TEMPO DE GELEIFICAÇÃO

6.1.1-Pó, umidade relativa do ar e temperatura variáveis

Na tabela I verifica-se que os ensaios foram realizados em 3 períodos: pela manhã, à tarde e à noite, levando-se em consideração o exercício profissional. Notam-se, na mesma, variações de temperatura, de umidade relativa do ar e de quantidade de pó para a constante de líquido.

Os resultados referentes ao tempo de geleificação (T.G.), significam a média de 10 ensaios para cada porção de pó.

Tais ensaios foram iniciados usando-se - 2250 mg de pó e finalizados usando-se 3300 mg, por razão já exposta na parte final do item 4.2.3.

Na análise dos resultados obtidos e que apresentamos nesta tabela não levamos muito em consideração a distinção de período (manhã, tarde, noite), uma vez que são mais ou menos equivalentes tais resultados em cada quantidade de pó.

Leve-se, ainda, em consideração, que o método empregado para a aglutinação é manual, sem possibilidade de uma padronização rígida.

Notamos, isto sim, que na coluna T.G. o tempo diminui à medida que se aumenta a quantidade de pó.

Uma ou outra fuga ao resultado decrescente no T.G. de uma quantidade de pó para a imediata é aceitável e possível pelo mesmo motivo acima exposto, o que, no todo, nada significa.

6.1.2 - Temperatura e umidade relativa do ar variáveis

Na tabela II os resultados que anotamos referem-se a ensaios realizados sendo constante a quantidade de líquido e quantidades de 2000, 2500 e 3000 mg de pó.

Eram, contudo, marcantes as diferenças de temperatura e de umidade relativa do ar.

Para isso tais ensaios foram levados a efeito no inverno e verão.

Na média dos resultados conseguidos e que vêm expostos na referida tabela, vamos notar a acentuada discrepância no tempo de geleificação em cada proporção pó/líquido, notando-se perfeitamente a influência da temperatura e da umidade relativa do ar na reação de geleificação do silicato para modelos.

6.1.3 - Quantidade de líquido, umidade relativa do ar e temperatura constantes.

Nas tabelas I e II nota-se, de pronto, que a temperatura e umidade relativa do ar sofreram variações durante a realização dos ensaios.

Na tabela III, figuram dados obtidos em

ensaios com a temperatura, a umidade relativa do ar e a quantidade de líquido constantes, isto é, temperatura $22,5 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, umidade relativa do ar 66,0-66,5% e quantidade de líquido $0,8 \text{ cm}^3$.

Houve, durante o transcorrer dos ensaios, pequena variação de $0,5^{\circ}\text{C}$ para mais e para menos na temperatura e uma diferença de 0,5% na umidade relativa do ar, o que desprezamos, porquanto, além da impraticabilidade de o condicionador de ar manter extremamente rígida a temperatura e a umidade, a especificação, também, permite essa tolerância.

As quantidades de pó utilizadas foram de 2000, 2250, 2500, 2750 e 3000 mg e, os resultados obtidos na média dos 10 ensaios, levam-nos a concluir que, quanto maior a quantidade de pó, menor o tempo de geleificação.

6.2 - CONTRACÇÃO

6.2.1 - Corpos de prova expostos ao ar

Os dados obtidos nesses ensaios encontram-se na tabela IV. As médias exprimem o resultado final das experiências nas quais empregamos as quantidades de 1450, 1650, 1850, 2050 e 2250 mg de pó para $0,4 \text{ cm}^3$ de líquido.

Foram realizados 3 ensaios para cada quantidade de pó. As leituras fizemo-las sucessivamente nos espaços de tempo já discriminados no ítem 4.2.4.

Os resultados correspondentes à média já

se encontram transformados, dando-nos uma orientação precisa com respeito à porcentagem de contração linear apresentada pelo silicato para modelos.

Também na contração vamos verificar, baseados nas médias apresentadas, que agregando-se mais pó a uma determinada quantidade de líquido obteremos menor contração linear da massa resultante.

6.2.2 - Corpos de prova imersos em óleo mineral

A orientação para a feitura destas experiências foi idêntica à apresentada no item 6.2.1, porém os corpos de prova, durante o período de leitura, permaneceram imersos em óleo mineral.

Essa variação foi realizada para verificar se o material apresentava as mesmas alterações dimensionais quando isolado do meio ambiente.

Pelos resultados obtidos, constantes da tabela V, podemos verificar que o silicato para modelos imerso em óleo mineral sofre variações diferentes no que tange à contração.

6.3 - RESISTÊNCIA À ABRASÃO

6.3.1 - Corpos de prova expostos ao ar

Justificamos no item 4.2.5 a razão de usarmos, nessas experiências, o dôbro da proporção pó/líquido.

Realizamos três ensaios para cada quantidade de pó apresentada na primeira coluna da tabela VI e as leituras foram feitas consoante o mencionado, também, no item 4.2.5.

Figura na tabela a média dos resultados conseguidos para cada quantidade de pó e para cada leitura, distintamente.

A quantidade de 4500 mg de pó não foi possível aglutiná-la, porquanto a mistura endurecia na placa antes de terminarmos a aglutinação.

Mais uma vez, devido aos dados obtidos e à variação da quantidade de pó para uma determinada de líquido, notamos que o silicato para modelos apresentava menor alteração dimensional (maior resistência à abrasão), quando juntávamos mais pó ao líquido.

6.3.2 - Corpos de prova imersos em óleo mineral

Repetimos nesses ensaios os mesmos passos da experiência anterior, com uma modificação apenas, ou seja, o corpo de prova e matriz permaneceram constantemente imersos em óleo mineral.

De acordo com os dados obtidos e demonstrados na tabela VII, provado ficou que a resistência à abrasão do silicato para modelos aumenta quando o material é armazenado em óleo mineral.

No item anterior mostramos que, aumentando a quantidade de pó para uma determinada de líquido, aumentamos a resistência à abrasão; com o que conse-

guimos na série de experiências dêste ítem, podemos acrescentar, ainda, que, além daquela afirmativa, de ve-se proteger imersos em óleo mineral os corpos con feccionados de silicato para modelos para que seja aumentada a sua resistência.

*

* *

7 - DISCUSSÃO

7.1 - Tempo de Geleificação

Na tabela I constam resultados de ensaios efetuados tendo em vista, exclusivamente, o exercício profissional.

Por êsse motivo, para cada quantidade de pó, constante da tabela, efetuamos trinta ensaios - distribuídos, igualmente, nos períodos da manhã, da tarde e da noite. Os resultados são a média de dez ensaios.

A temperatura variou sempre, como sói acontecer em consultórios desprovidos de condicionador de ar.

Nota-se que, na mesma quantidade de pó, é mínima a diferença no T.G. verificada de um período para outro, Pequena, também, é a variação ocorrida em relação às quantidades de pó entre si nessa escala ascendente de acréscimos sucessivos de 50 mg.

Contudo, dividindo a tabela para praticidade de análise, assinalamos três tipos diferentes de massa no que tange à sua espessura: a) massa menos espêssa obtida, geralmente, com quantidades de pó que vão de 2250 a 2500 mg; b) massa espêssa, de 2550 a 2900; c) massa mais espêssa, de 2950 a 3300.

Observa-se, então, que a diferença, no T.G., é acentuada se confrontarmos o tempo médio de geleificação de um tipo para outro de massa.

Te/754

Necessário se fazia, entretanto, avaliar a influência da temperatura e da umidade relativa do ar no tempo de geleificação.

Para isso, levamos a efeito ensaios com temperaturas que corresponderiam às do verão e do inverno como se observa na tabela II.

As quantidades de pó empregadas foram de 2000, 2500 e 3000mg, correspondentes, aqui, às que proporcionam massas menos espêssas, espêssas e mais espêssas.

Assim, realizamos dez ensaios com temperaturas normal de verão, e dez ensaios com temperatura normal de inverno, para cada uma das quantidades estipuladas de pó.

Observa-se que a temperatura e a umidade relativa do ar influíram acentuadamente no T.G. da massa conseguida com 2000 mg de pó; na resultante de 2500 mg, foi, também, apreciável essa influência. Contudo, na massa conseguida com 3000 mg de pó, e que corresponde à mais espêssa, pequena foi a influência da temperatura e umidade relativa do ar no tempo de geleificação.

Para dirimir possíveis dúvidas, contudo, efetuamos outros ensaios, sendo constantes, nesses, a temperatura e umidade relativa do ar, de acôrdo com a tabela III.

Os resultados consignados nessa tabela, em que variamos a quantidade de pó e mantivemos constantes a temperatura e umidade relativa do ar, mostram claramente a influência marcante da quantidade de pó

no tempo de geleificação.

Chegamos, dessa forma, a resultados idênticos aos de PEYTON e colaboradores (22), quando estudaram os cimentos de silicato, isto é, a temperatura e umidade relativa do ar têm pouca influência no T. G. das massas mais espessas. A influência maior é de terminada pela proporção pó/líquido.

Isto nos é suficiente porque a proporção pó/líquido ideal para o trabalho, é a que tem como resultantes as massas mais espessas, dentro dos limites práticos.

7.2 - Contração

Os ensaios de contração de silicato para modelos, cujos resultados estão contidos na tabela IV, indicam-nos claramente que o mesmo contrai por muitas horas, em que pese diminuir gradativamente essa contração com o passar das mesmas.

Para visualização elaboramos o gráfico nº I, onde anotamos os resultados conseguidos após sua conversão para contração linear em cm. Observamos que essa alteração dimensional se processa com maior intensidade na primeira hora. Isto, em tôdas as proporções pó/líquido usadas.

Após a primeira hora, continua consideravelmente até as 12 horas, depois do que diminui de intensidade.

Devido à rapidez com que se processou a contração tornaram-se desordenados os dados colhidos

até às 12 horas, para, em seguida, estabilizarem-se.

As quantidades de 1450 e 1650 mg de pó foram as que sofreram maiores variações. Logo no início das leituras os corpos de prova confeccionados com essas proporções já apresentavam maior contração e continuaram até as 48 horas.

As proporções de 1850 e 2050 mg apresentam o mesmo resultado nas duas primeiras leituras; às 12 horas uma diferença mínima; em seguida, houve a definição de ambas até às 48 horas.

A maior proporção usada apresentou menor contração, apesar de o resultado obtido na primeira hora não ser o correspondente à menor contração.

De modo geral, verificamos que nas três primeiras horas não houve definição nos dados numéricos obtidos. Conseguimos resultados mais objetivos nas demais leituras, acentuadamente nas três últimas o que demonstra que a quantidade de pó exerce grande influência na contração final.

Analisando o gráfico I, notamos que a contração é contínua e por tempo bastante grande, significando que os troquéis confeccionados com silicato para modelos devem ser trabalhados o mais breve possível.

Na tabela V, onde constam os resultados conseguidos nos ensaios de contração dos corpos de prova do silicato para modelos imersos em óleo mineral, temos os mesmos detalhes técnicos apontados na tabela IV, em média, contudo, bem menor para cada quantidade de pó.

Pelas médias das leituras realizadas após 48 horas nas duas tabelas de contração, podemos observar que, quando conservamos o corpo de prova imerso em óleo mineral, a contração se reduz a quase 50%, proporcionando, portanto, fundições mais precisas.

No gráfico II podemos analisar com mais facilidade os resultados das contrações apresentadas pelas proporções utilizadas na tabela V.

Em ambos os gráficos, ainda, observamos, na comparação dos resultados obtidos, que a diferença é tanto maior quanto menor a quantidade de pó que usamos na mistura.

7.3 - Resistência à abrasão

Realizamos ensaios de resistência à abrasão, de cujos resultados organizamos a tabela VI, onde verificamos que essa propriedade física é diretamente proporcional à quantidade de pó utilizada, isto é, quanto maior a quantidade de pó maior será sua resistência à abrasão.

O gráfico III nos dá orientação bem precisa quanto aos resultados obtidos, apontando a maior ou menor resistência à abrasão resultante das diferentes proporções pó/líquido usadas.

O corpo de prova confeccionado com a menor proporção pó/líquido, isto é, 2900 mg de pó foi o que permitiu a feitura de um risco mais largo em sua superfície, apresentando, portanto, menor resistência à abrasão.

No gráfico, o traçado correspondente à média dessa proporção denota que desde a primeira leitura já apresentava menor resistência ao risco, ficando seu ponto inicial em 13,50 micra.

Com o passar do tempo sua resistência vai aumentando até às 12 horas, para, depois, permanecer quase que inalterada.

Os traços referentes às proporções que se seguem, partem de um mesmo ponto conservando-se equivalente durante as 3 primeiras horas, para, então se separarem.

A definição, contudo, se nota após 36 horas.

A maior proporção pó/líquido utilizada (4100) foi a que mostrou maior homogeneidade na largura dos riscos efetuados nas diversas leituras, permitindo classificá-la como a de maior resistência desde a primeira até a última leitura.

Pelos resultados constantes da tabela VII, vamos observar que a resistência dos corpos de prova de silicato para modelos é aumentada quando o isolamos do meio ambiente, isto é, deixamo-lo imerso em óleo mineral.

Para mais facilmente ser verificado isso, organizamos o gráfico IV.

Notamos que uma linha desse gráfico está completamente isolada das demais. Esse traçado corresponde à maior proporção pó/líquido usada, ou seja, 4100 mg de pó.

O seu início deu-se numa altura bem distan-

te do ponto inicial das demais linhas, mostrando claramente que já na primeira hora, possuía maior resistência que as demais.

Outra porção que está isolada é a de 2.900 mg de pó, ou seja, a menor utilizada, mas que apresenta os seus pontos mais bem próximos das outras duas.

Os corpos de prova feitos com as outras duas quantidades de pó intermediárias, nos dão linhas que, apesar de partirem de pontos diferentes, vão se cruzando com o passar das horas, para alcançarem, no final, pontos aproximados entre si.

Observa-se, pelo exposto, que, além de a maior quantidade de pó nos ter proporcionado corpos de prova mais resistentes à abrasão, a imersão dos mesmos em óleo mineral aumenta ainda mais essa resistência.

*

* *

8 - CONCLUSÕES

Realizados os ensaios propostos, avaliados numericamente os resultados obtidos, e embora constatações a deficiência do material, podemos, para um melhor aproveitamento do mesmo, concluir que:

1) É necessário utilizar-se, na mistura - pó/líquido a maior quantidade possível de pó, dentro dos limites práticos, afim de aumentar a resistência à abrasão e diminuir a contração do material.

2) A baixa temperatura do meio ambiente, possibilita agregar mais pó ao líquido por prolongar o tempo de geleificação.

3) A imersão dos troquéis em óleo mineral evita rachaduras, além de aumentar sua resistência à abrasão e diminuir sua contração.

4) Os troquéis devem ser utilizados no mais curto espaço de tempo, afim de que, alterando-se menos dimensionalmente, possam transmitir com maior fidelidade os detalhes do preparo.

*(Justa) (to) a conclusão! mais em vista
* * * * *
segun ja mencionado*

*Reveria eltr dato na conclusao
e indica o uso de quantidade de
pox liquido ao preparo.*

9 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS *

- 1 - - GRUPO BRASILEIRO DE MATERIAIS DENTÁRIOS.
Especificação nº 3 para Cimentos de Silicato Odontológicos, 1 966, p. 1-6.
- 2 - BASTOS, Elvino, O. - Influência da umidade nos cimentos de silicato. Sel.Odont., São Paulo, SP., 15 (82): 23-27, jan./fev., 1960.
- 3 - BASTOS, Elvino, O. - Cimentos de Silicato. Revta odont.Paraná, Curitiba, Pr., ___ (9): 277-280 - Ano IV - abr./maio/jun., 1955.
- 4 - CHAPUT, A., CHAPUT, H. - Matières obturatrices plastiques non adhérentes, ciment au silicate, Encyclopédie Médico-Chirurgicale, Stomatologie, Tome II, Paris, 18 rue Séguier, 1950, p. 23.100 (1-6). Apud CORRÊA, Antonio A. op. cit. ref. 5.
- 5 - CORRÊA, Antonio, A. - "Contribuição ao estudo da solubilidade das restaurações de cimento de silicato". São Paulo, SP., Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo 1955 |Tese|.

* - Segundo o PNB-66 da Associação Brasileira de Normas Técnicas. Abreviaturas dos títulos de periódicos segundo World List of Scientific Periodicals. 4rd.-ed., London, Butterworths, 1963.

- 6 - COY, H.D. - Cementos de silicato. In: Odontologia Clínica de Norte América. Trad. por Te reza Vidal, Buenos Aires, Argentina, Mundi 1959, série I, v. 1, p. 91-93.
- 7 - DELGADO, Virgínio, P. - Fundição de blocos metá licos. - Fatores responsáveis por falhas nas fundições. Revta Ass. paul. Cirurg. Dent., São Paulo, SP., 12 (6): 353-359, nov./dez. 1958.
- 8 - DELGADO, Virgínio, P. - O clínico e a contração dos materiais dentários. Sel. Odont., São Paulo, SP., 15 (86/87): 21-29, set./out./ nov./dez., 1 960.
- 9 - FAGGART, Harold, L. - Suggestions for better si licate fillings. J. Am. dent. Ass., Chicago - Ill., 32 (21): 1436-1439, nov./dec., 1945.
- 10 - FAGGART, Harold, L. - Consideration of some che mical and physical properties of silicate cements for a better understanding of the material. Dent. Items, New York, N.Y., 72 (7): 677-681, jul., 1950.
- 11 - FUSAYAMA, Takao - Factors and technique of pre cision casting, part I. J. prosth. Dent., St. Louis, Mo., 9 (3): 468-485, may/jun., 1959.

- 12 - GARRET^T, William, A. - Silicate cements, J. Am. dent. Ass., Chicago, Ill., 29 (7): 960-964, jun., 1942.
- 13 - MANLY, R.S., BAKER, C.F., MILLER, P.N. & WILCH, F.E. - The effect of composition of liquid and powder on the physical properties of silicate cements. J. dent. Res., St. Louis, Mo., 30 (1): 145-156, feb. 1951.
- 14 - McCONNELL, Duncan & BRAWLEY, Jr., Richard, G. Compressive strength of "reinforced" silicate cement. J. prosth. Dent., St. Louis, Mo., 10 (6): 1092-1093, nov./dec., 1960.
- 15 - NIRONEN, Pekka - Cold slab in silicate cement restorations. J. Am. dent. Ass., Chicago, Ill., 33 (17): 1131-1135, sept., 1946.
- 16 - PAFFENBARGER, G.C., SCHOONOVER, I.C. & SOUDER, W. - Dental silicate cements: physical and chemical properties and a specification. - J. Am. dent. Ass., Chicago, Ill., 25 (1): 32-87, jan., 1938.
- 17 - PARULA, Nicolás - Clínica de operatória dental. Buenos Aires - O.D.A. - Editor - 1956, p. 86.

- 18 - PEYTON, Floyd, A. e colaboradores - Materiales Dentales Restauradores. 1ª ed., Argentina, trad. por Oliver Pita Fajardo, Buenos Aires, Mundi, 1964, p. 19.
- 19 - IDEM, IBIDEM, - p. 176.
- 20 - IDEM, IBIDEM, - p. 177.
- 21 - IDEM, IBIDEM, - p. 179.
- 22 - IDEM, IBIDEM, - p. 451.
- 23 - IDEM, IBIDEM, - p. 452.
- 24 - PHILLIPS, Ralph, W. & Biggs, Donald, H. - Distortion of wax patterns as influenced by storage time, storage temperature and temperature of wax manipulation. J. Am. dent. Ass., Chicago, Ill., 41 (1): 28-37, jul.-1950.
- 25 - RINGSDORF, W.M. - Temperature and humidity control with silicate cement restorations. J. Am. dent. Ass., Chicago, Ill., 38 (6): 715 - 721, jun., 1949.

- 26 - ROSELINO, Ruy, B. - "Fundição (Estudo da reprodutibilidade de pormenores de alguns materiais para modelos)". Ribeirão Prêto, SP.- Faculdade de Farmácia e Odontologia de Ribeirão Prêto, 1963 |Tese|.
- 27 - ROSELINO, Ruy, B. - Fundições (Estudo comparativo dos materiais para modelos). Revta Un. Odont. bras., São Paulo, SP., 1 (3): 120, maio/jun., 1960.
- 28 - ROSELINO, Ruy, B. - Galvanoplastia e o advento de novos materiais de moldagens. Anais Fac. Farm. Odont. Univ. S. Paulo, São Paulo, SP., - 16 (): 305-316, 1959.
- 29 - SKINNER, E.W. & PHILLIPS, R.W. - A ciência dos materiais odontológicos. 2ª ed. bras. trad. por Francisco Degni e Dioracy F.Vieira, São Paulo, Atheneu, 1962, p. 315.
- 30 - IDEM, IBIDEM, p. 316.
- 31 - IDEM, IBIDEM, p. 317.
- 32 - IDEM, IBIDEM, p. 319.
- 33 - IDEM, IBIDEM, p. 324.
- 34 - IDEM, IBIDEM, p. 325.

35 - IDEM, IBIDEM, p. 331.

36 - IDEM, IBIDEM, p. 332.

37 - SZABÓ, J. - Tratado de Odontologia Prática, Barcelona, Gustavo Gili Editor, MCMXXXII, p. 235. Apud, CORRÊA, Antonio, A.op.cit.ref.5.

*

* *

10 - APÉNDICE

PORCENTAGEM DE TROQUÊIS CONFECCIONADOS COM OS DIFERENTES MATERIAIS

TROQUÊIS PARA BLOCOS FUNDIDOS

LABORATÓRIOS	PIRACICABA				SOROCABA		SÃO PAULO										CAMPINAS				LIMEIRA			RIO CLARO
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	X	Z	
Gêsso pedra	20	90	1	2	40											5	5	2	10	15	10		90	
Gêsso pedra melhorado ..	40		9	70											20								10	
Silicato para modelos ..	40	10	90	28	60	100		100	20	100	100	60	80			95	95	98	90	85	90			
Galvanoplásticos									80			40	20	100										
Resina epóxica com poliester															80									
Amálgama																								

TROQUÊIS PARA CORÔAS DE JAQUETA

LABORATÓRIOS	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	X	Z
Gêsso pedra																		2					
Gêsso pedra melhorado ..				5			10																
Silicato para modelos ..	100			95			85	100	100	100	100	40	90					98				80	
Galvanoplásticos							5					60	10	100	60								8
Resina epóxica com poliester												40											
Amálgama																						12	

RELATÓRIO ESTATÍSTICO DO TRABALHO

Tempo de Geleificação

Foram utilizadas diversas quantidades de pó em mg, ao mesmo tempo em que se mediam a temperatura e a umidade relativa do ar. Marcou-se, então, o tempo de geleificação.

Foram feitas 66 medidas conforme mostra a Tabela I.

A partir desses dados fêz-se uma regressão múltipla, cujo modelo é:

$$Y = \hat{a} + \hat{b}_1 x_1 + \hat{b}_2 x_2 + \hat{b}_3 x_3$$

onde, Y é o tempo de geleificação; x_1 é a quantidade de pó; x_2 é a temperatura; e, x_3 é a umidade relativa do ar.

A regressão nos deu as seguintes estimativas dos parâmetros:

$$\hat{a} = 19,571$$

$$\hat{b}_1 = - 0,00653$$

$$\hat{b}_2 = 0,09983$$

$$\hat{b}_3 = 0,03591$$

obtendo-se a seguinte equação:

$$Y = 19,571 - 0,00653x_1 + 0,09983x_2 + 0,03591x_3$$

Fêz-se, a seguir, a análise de variância, a qual pode ser vista no quadro abaixo:

CAUSAS DE VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Regressão	3	269,9477	89,9826	345,2**
Resíduo	62	16,1612	0,2607	
TOTAL	65	286,1089		

Observa-se que o valor do teste F para regressão foi significativo ao nível de 1% de probabilidade.

As variâncias dos parâmetros e a covariância entre os mesmos foram:

$$\hat{V}(\hat{a}) = 0,00395$$

$$\hat{V}(\hat{b}_1) = 0,0000000048$$

$$\hat{V}(\hat{b}_2) = 0,00211$$

$$\hat{V}(\hat{b}_3) = 0,000145$$

$$\text{Cov}(\hat{b}_1, \hat{b}_2) = -0,00000429$$

$$\text{Cov}(\hat{b}_1, \hat{b}_3) = -0,000000776$$

$$\text{Cov}(\hat{b}_2, \hat{b}_3) = 0,000422$$

Testou-se, então, a significância dos parâmetros pelo teste t , obtendo-se:

Para \hat{b}_1

$$t = 94,23^{**}$$

Para \hat{b}_2

$$t = 2,17^*$$

Para \hat{b}_3

$$t = 2,98^{**}$$

Conclui-se que os três parâmetros são significativos, \hat{b}_1 e \hat{b}_3 ao nível de 1% de probabilidade e \hat{b}_2 ao nível de 5% de probabilidade.

Calculou-se, também, os intervalos de confiança dos parâmetros, ao nível de 5% de probabilidade:

$$\hat{b}_1 = - 0,00653 \pm 0,00014$$

$$\hat{b}_2 = 0,09983 \pm 0,092$$

$$\hat{b}_3 = 0,03591 \pm 0,024$$

O coeficiente de correlação total foi:

$$r = 0,972^{**}$$

Conclui-se que a regressão explica 94,5% dos casos.

Conclui-se, também, que o elemento que mais influencia o tempo de geleificação é a quantidade de pó.

*

* *

Impresso na Faculdade de Odontologia de Piracicaba
da Universidade de Campinas

1967