CIMENTOS DE SILICATO, FABRICADOS NO BRASIL, FACE AS NORMAS INTERNACIONAIS

Prof. Léo Werner Süffert *

Prof. Ennio Pessoa **

Dr. Aírton Teixeira Brasil ***

S I N O P S E

Verificação do comportamento, face à normas internacionais, dos dois únicos cimentos de silicato de uso odontológico fabricados no Brasil. Observado o atendimento às normas, exceptuando-se a resistência à compressão, que nos pareceu baixa no silicato de marca Astralit. Trabalhos desta natureza propiciam a melhoria dos produtos, na indústria nacional de materiais dentários.

1. INTRODUÇÃO

Em março de 1971 foi apresentado à Federação Dentária Internacional, pelo grupo de trabalho «ISO/TC 106 / WG 1 — Filling Materials», através de seu Documento 62, o primeiro Projeto de Normas para silicatos e silico-fosfatos encapsulados.

No Brasil ainda não se fabricam silicatos com este tipo de acondicionamento, mas o fato em si, da exis-

tência de um Projeto de Normas, em âmbito internacional, diz bem da importância e da aceitação cada vez maior que terá por parte da odontologia moderna, este tipo de acondicionamento.

Para os cimentos de silicato acondicionados em frascos comuns já existem normas há muito estabelecidas e aceitas por diversos países, seja através de suas Associações Odontológicas Nacionais, como é o caso da American Dental Association^{1,2} e outras, seja através de grupos especializados, como é o caso do Grupo Brasileiro de Materiais Dentários³ (Comitê da Associação Brasileira de Normas Técnicas — ABNT), ou seja ainda através de Associações Internacionais da classe Odontológica, como é o caso da Federation Dentaire International⁴, ou de Padronização, como é o caso da ISO (International Standards Organization)⁵

Esta última organização, a Associação Internacional de Padrões, é o órgão internacional oficial, ao qual estão filiadas todas as Associações Nacionais de Normas.

* Professor Catedrático de Materiais Dentários, Faculdade de Odontologia, UFRGS

** Professor Adjunto de Materiais Dentários, Faculdade de Odontologia, UFRGS

*** Estagiário da Disciplina de Materiais Dentários, Faculdade de Odontologia, UFRGS
Bolsa de Aperfeiçoamento do Conselho de Pesquisas da UFRGS

2. OBJETIVO

O objetivo do presente trabalho é o de verificar como se comportam, face às normas acima referidas, os dois únicos cimentos de silicato de uso odontológico fabricados no Brasil.

3. MATERIAIS, MÉTODOS DE ENSAIO E RESULTADOS OBTIDOS

As duas marcas de silicato estudadas podem ser observadas na **Fig de N° 1**. Observe-se que escolhemos a mesma cor em ambos os casos, particularmente por se tratar da cor mais largamente empregada.

Figura N° 1

3.1 GENERALIDADES

Antes de efetuarmos qualquer tipo de exame, procedemos como indicado em 4.1.1 e 4.1.2 das normas ^{2,3} em relação à mistura de líquidos e mistura de pós. O frasco, especialmente adaptado, submetido à rotação em torno de seu menor eixo, à uma velocidade de 25 revoluções por mi-

nuto, durante duas horas, nos permitia uma excelente mistura do material coletado de diversos frascos de embalagem original. (**Fig de N° 2**)

Ao procedermos com a inspeção visual, constatamos em ambas as marcas, o preenchimento quanto aos requisitos 3.1, 3.2.1, 3.3.1, 3.4.1, 3.5.1, 3.8, 4.3.5 e 5.1

Figura Nº 2

3.2 CONSISTÊNCIA PADRÃO

A quantidade de pó, previamente pesado em balança sensível ao mg, bem como a o do líquido (0,40 ml) eram colocados em uma lage com in-

dicação da temperatura (Fig de Nº 3).

Procedia-se em seguida à sua manipulação, de acordo com 4.3.1 e 4.3.2 afim de verificar qual a quantidade de pó necessária à cada mar-

Figura Nº 3

ca silicato, para nos indicar a «consistência padrão».

Na Fig de Nº 4, podemos observar o «disco» resultante da aplicação de uma carga de 2.500 G sobre um volume de 0,50 ml do cimento misturado.

Realizados 10 ensaios com cada marca de silicato e obtido de cada ensaio uma média de duas leituras, chegamos ao seguinte resultado final:

Percebe-se, pois, que podemos incorporar um maior volume de pó à uma mesma quantidade de líquido no caso do silicato S. S. White.

Possivelmente sua granulometria seja bem menor do que no caso do Astralit.

Figura Nº 4

	S. S. WHITE	ASTRALIT
Temperatura ambiente:	21°C	20°C
Umidade relativa:	55 %	66 %
Proporção pó/líquido:	1,40g/0,40 ml	1,00g/0,40 ml
Média do disco em mm:	24,9 mm	24,8 mm

3.3 SOLUBILIDADE E DESINTEGRAÇÃO

Neste ensaio é de capital importância a pesagem com alta precisão dos corpos de prova, o que é feito mediante um frasco pesa-filtro, (Figura 5) em balança especial. Decorrido o espaço de tempo de 24 horas, durante o qual o silicato sofre as conseqüências de sua solubilidade e

se desintegra em maior ou menor grau, remove-se os corpos de prova do frasco pesa-filtro e leva-se por diversas vezes à estufa (Fig de Nº6) inicialmente com temperatura ligeiramente abaixo de 100°C e posteriormente à 150°C, até pesagem constante.

Os resultados obtidos com cinco ensaios de cada marca, são apresentados à seguir:

Figura N° 5

Figura N° 6

3.3.1 Resultados com silicato S. S. White:**1º Ensaio**

Temperatura: 22°C	Umidade relativa: 45%
Peso inicial do frasco:	49,8728 g (média de 2 pesagens)
Peso final do frasco:	49,8781 g (média de 5 pesagens)
Aumento de peso:	0,0053 g
Peso do corpo de prova:	1,1958 g
Percent. desintegração:	$(0,0053 \div 1,1958) \times 100 = 0,44 \%$

2º Ensaio

Temperatura: 23°C	Umidade relativa: 65%
Peso inicial do frasco:	49,8750 g (média de 2 pesagens)
Peso final do frasco:	49,8819 g (média de 5 pesagens)
Aumento de peso:	0,0069 g
Peso do corpo de prova:	1,4096 g
Percent. desintegração:	$(0,0069 \div 1,4096) \times 100 = 0,48 \%$

3º Ensaio

Temperatura: 23°C	Umidade relativa: 65%
Peso inicial do frasco:	47,7215 g (média de 2 pesagens)
Peso final do frasco:	47,7275 g (média de 5 pesagens)
Peso do corpo de prova:	1,2133 g
Percent. desintegração:	$(0,0060 \div 1,2133) \times 100 = 0,49 \%$

4º Ensaio

Temperatura: 23°C	Umidade relativa: 54%
Peso inicial do frasco:	49,8700 g (média de 2 pesagens)
Peso final do frasco:	49,8812 g (média de 5 pesagens)
Aumento de peso:	0,0112 g
Peso do corpo de prova:	1,8903 g
Percent. desintegração:	$(0,0112 \div 1,8903) \times 100 = 0,59 \%$

5º Ensaio

Temperatura: 21°C	Umidade relativa: 45%
Peso inicial do frasco:	49,8762 g (média de 2 pesagens)
Peso final do frasco:	49,8832 g (média de 5 pesagens)
Aumento de peso:	0,0070 g
Peso do corpo de prova:	1,1597 g
Percent. desintegração:	$(0,0070 \div 1,1597) \times 100 = 0,60 \%$

M É D I A : 0,52 %

3.3.2 Resultados com o silicato Astralit:

1º Ensaio

Temperatura: 22°C	Umidade relativa 75%
Peso inicial do frasco:	49,8945 g (média de 2 pesagens)
Peso final do frasco:	49,9028 g (média de 5 pesagens)
Aumento de peso:	0,0083 g
Peso do corpo de prova:	1,3246 g
Percent. desintegração:	$(0,0083 \div 1,3246) \times 100 = 0,62 \%$

2º Ensaio

Temperatura: 23°C	Umidade relativa: 50%
Peso inicial do frasco:	49,8725 g (média de 2 pesagens)
Peso final do frasco:	49,8837 g (média de 5 pesagens)
Aumento de peso:	0,0112 g
Peso do corpo de prova:	1,3246 g
Percent. desintegração:	$(0,0112 \div 1,3246) \times 100 = 0,84 \%$

3º Ensaio

Temperatura: 21°C	Umidade relativa: 65%
Peso inicial do frasco:	47,7188 g (média de 2 pesagens)
Peso final do frasco:	47,7316 g (média de 5 pesagens)
Aumento de peso:	0,0128 g
Peso do corpo de prova:	0,4833 g
Percent. desintegração:	$(0,0128 \div 1,4833) \times 100 = 0,86 \%$

4º Ensaio

Temperatura: 22°C	Umidade relativa: 47%
Peso inicial do frasco:	47,7194 g (média de 2 pesagens)
Peso final do frasco:	47,7308 g (média de 5 pesagens)
Aumento de peso:	0,0114 g
Peso do corpo de prova:	1,3098 g
Percent. desintegração:	$(0,0114 \div 1,3098) \times 100 = 0,87 \%$

5º Ensaio

Temperatura: 23°C	Umidade relativa: 65%
Peso inicial do frasco:	49,8736 g (média de 2 pesagens)
Peso final do frasco:	49,8883 g (média de 5 pesagens)
Aumento de peso:	0,0147 g
Peso do corpo de prova:	1,2369 g
Percent. desintegração:	$(0,0147 \div 1,2369) \times 100 = 1,18 \%$

M É D I A : 0,874%

O máximo de solubilidade e desintegração permissível, segundo as nor-

mas, é de 1,0% em 24 horas. Neste sentido verificamos que ambos os

materiais são satisfatórios.

A diferença entre os dois materiais, no entanto, é estatisticamente significativa ao nível de .01 em favor do silicato S. S. White, cuja solubilidade é de 0,52% ao passo que a do silicato Astralit é de 0,87%.

3.4 O P A C I D A D E *

O índice de opacidade para os cimentos de silicato, deve situar-se, segundo às normas, entre o valor mínimo de 0,35 e o valor máximo de 0,55 em relação à C 0.70.

Os resultados que encontramos, 0,3196 para o silicato S. S. White e 0,3057 para o silicato Astralit demonstram em primeiro lugar, que a diferença entre os dois materiais não é estatisticamente significativa ao nível de .01.

Em segundo lugar, percebe-se que nenhum dos dois materiais preenche as normas neste sentido.

Alertamos, no entanto, para o fato de que estes resultados não devem ser aceitos sem uma análise mais minuciosa, a qual foi motivo de outra pesquisa, publicada nesta mesma revista.⁶

3.5 RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

Tanto na elaboração dos corpos de prova, como na execução do ensaio propriamente dito (Fig. 7), seguimos as recomendações do item 4.3.4 das Normas, exceto quanto ao número de corpos de prova, que no caso foi de 50, ou seja: 5 séries de 5 corpos de prova para cada silicato ensaiado.

Figura Nº 7

3.5 1 Resultados com o silicato S. S. White:

Temperatura 23°C

Umidade relativa: 66%

	Carga de ruptura (kg)	Esforço (kg/cm²)	Média
1º Ensaio	440	1.556	
	460	1.627	
	480	1.698	
	460	1.627	
	430	1521	1.605
2º Ensaio	450	1.592	
	420	1.486	
	440	1.556	
	430	1.521	
	410	1.450	1.521
3º Ensaio	600	2.122	
	540	1.910	
	500	1.769	
	460	1.627	
	450	1.592	1.804
4º Ensaio	480	1.698	
	470	1.663	
	480	1.698	
	460	1.627	
	430	1.521	1.641
5º Ensaio	420	1.486	
	430	1.521	
	450	1.592	
	440	1.556	
	460	1.627	1.556
Média geral dos 5 ensaios			1 625 kg/cm²

3.5.2 Resultados com o silicato Astralit:

Temperatura 23°C

Umidade relativa: 59%

	Carga de ruptura (kg)	Esforço (kg/cm ²)	Média
1º Ensaio	440	1.415	1.259
	330	1.167	
	320	1.132	
	350	1.238	
	380	1.344	
2º Ensaio	340	1.203	1.273
	370	1.309	
	350	1.238	
	360	1.273	
	380	1.344	
3º Ensaio	380	1.344	1.365
	380	1.344	
	380	1.344	
	400	1.415	
	390	1.380	
4º Ensaio	370	1.309	1.301
	380	1.344	
	360	1.273	
	350	1.238	
	380	1.344	
5º Ensaio	390	1.380	1.224
	340	1.203	
	350	1.238	
	330	1.167	
	320	1.132	

Média geral dos 5 ensaios: 1.284 kg/cm²

3.5.3 Interpretação dos resultados:

Os resultados encontrados demonstram respectivamente uma resistência à compressão de 1.625 kg/cm² para o silicato S. S. White e 1.284 kg/cm² para o silicato Astralit.

A diferença entre as duas médias é significativa ao nível de .01, indicando uma superioridade, neste sentido, do silicato S. S. White.

Embora ambos os materiais não preenchessem as normas, quanto à resistência à compressão, achamos, no entanto, que o resultado apresentado pelo material S. S. White muito se aproxima do mínimo exigido, ou seja: 1.700 kg/cm².

Submetemos então, os resultados à nova análise de variância, comparando os resultados individuais de cada marca, com o mínimo exigido pelas normas.

O resultado desta nova análise de variância nos demonstrou que a diferença entre os resultados obtidos com o silicato S. S. White em nossos ensaios e o mínimo exigido segundo as normas, não é estatisticamente significativo ao nível de .01.

O mesmo não sucedeu, entretanto, quando procedemos de maneira idêntica em relação ao silicato Astralit, em que encontramos que a diferença entre os resultados que obtivemos e o mínimo exigido pelas normas é estatisticamente significativa ao nível de .01.

4 RESUMO E CONCLUSÕES

Os dois únicos cimentos de silicato de uso odontológico fabricados no Brasil (segundo nosso conhecimento) foram analisados, com o objetivo de verificar como se comportam face às normas estipuladas pela Federação Dentária Internacional e pela Associação Internacional de Padrões, normas estas aceitas pelo Grupo Brasileiro de Materiais Dentários.

De um modo geral, os silicatos em questão nos parecem satisfatórios, exceção feita à resistência à compressão, que nos pareceu bastante baixa no caso do silicato marca Astralit.

Esperamos que pesquisas desta natureza sirvam de incentivo e estimulem nossos fabricantes, no sentido de uma melhoria constante dos materiais dentários produzidos pela indústria nacional.

SYNOPSIS

The properties, according to international specifications, of two dental silicate cements manufactured in Brazil, have been investigated. The products comply to the specifications, except as to compressive strength value, which seemed particularly low in one of the products. Dissemination of this type of information will not only assist the dental profession in selecting proper materials, but will also encourage and stimulate the improvement in the manufacturing of dental materials.

$X_1 = \text{S. S. WHITE} - \text{Cor 21}$

SOLUBILIDADE E DESINTEGRAÇÃO

 $X_2 = \text{A S T R A L I T} - \text{Cor 21}$

TABELA DE CÁLCULOS

	X_1	X_1^2	X_2	X_2^2	X_3	X_3^2	S
1	0,44	0,1936	0,62	0,3844			
2	0,48	0,2304	0,84	0,7056			
3	0,49	0,2401	0,86	0,7396			
4	0,59	0,3481	0,87	0,7569			
5	0,60	0,3600	1,18	1,3924			
6							
7							
8							
9							
10							
Sx^2		7,7322		3,9789			5,3511
Sx	2,60		4,37				6,97
r	5		5				n = 10
—							
$\bar{X}$	0,52		0,874				k = 2

$$S \ Q \ \text{Total} = S \ x^2 - F \ C = S \ x^2 - (S \ x)^2 / n$$

$$S \ Q \ \text{Total} = 5,3511 - F \ C = 5,3511 - 4,85809 = \mathbf{0,49301}$$

$$S \ Q \ \text{Trat.} = (S \ x_1)^2 / r_1 + (S \ x_2)^2 / r_2 + (S \ x_3)^2 / r_3 - F \ C$$

$$S \ Q \ \text{Trat.} = 1,352 + 3,81938 - 4,85809 = \mathbf{0,31329}$$

F O N T E	SQ	SL	Q	Fc
Tratamento	0,31329	k — 1 = 1	0,31329	13,948
E r r o	0,17972	n — k = 8	0,02246	
T O T A L	0,49301	n — 1 = 9		

Ft .01; GL 1-8 = 11,26

LOGO: REJEITA-SE H_0

As médias são diferentes.

LUS/olo/atb

05/71

SILICATOS COR 21

O P A C I D A D E

 $X_1 = \text{CP S. S. White } 30 \text{ mm}$ $X_2 = \text{CP Astralit } 30 \text{ mm}$

TABELA DE CÁLCULOS

	X_1	X_1^2	X_2	X_2^2	X_3	X_3^2	S
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
Σx^2		10.231,78		9.355,17			19.586,95
Σx	319,6		305,7				625,3
r	10		10				n = 20
$\bar{x}$	31,96		30,57				k = 2

$$S Q \text{ Total} = S x^2 - F C = S x^2 - (S x)^2 / n$$

$$S Q \text{ Total} = 19.586,95 - F C = 19.586,95 - 19.550,00 = 36,95$$

$$S Q \text{ Trat.} = (S x_1)^2 / r_1 + (S x_2)^2 / r_2 + (S x_3)^2 / r_3 - F C$$

$$S Q \text{ Trat.} = 10.214 + 9.345 - 19.550 = 9$$

F O N T E	SQ	SL	Q	Fc
Tratamento	9,00	k — 1 = 1	9,00	5,798
E r r o	27,95	n — k = 18	1,552	
T O T A L	36,95	n — 1 = 19		

Ft .01; GL 1-18 = 8,28

LOGO: ACEITASE H_0

As médias são iguais.

LCS/olo/atb

65/71

$X_1 = \text{S. S. WHITE} - \text{Cor 21}$ **RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO** $X_2 = \text{ASTRALIT Cor 21}$ Kg/cm²**TABELA DE CÁLCULOS**

	X_1	X_1^2	X_2	X_2^2	X_3	X_3^2	S
1	1.605	2.576.025	1.259	1.585.081			
2	1.521	2.313.441	1.273	1.620.529			
3	1.804	3.254.416	1.366	1.863.225			
4	1.641	2.692.881	1.301	1.692.601			
5	1.556	2.421.136	1.224	1.498.176			
6							
7							
8							
9							
10							
Sx^2		13.257.889		8.259.612			21.517.511
Sx	8.127		6.422				14.549
r	5		5				n = 10
—							
X	1.625		1.284				k = 10

$$S \ Q \ \text{Total} = S x^2 - F C = S x^2 - (S x)^2 / n$$

$$S \ Q \ \text{Total} = 21.517.511 - F C = 21.517.511 - 21.167.340 = 350 \ 171$$

$$S \ Q \ \text{Trat.} = (S x_1)^2 / r_1 + (S x_2)^2 / r_2 + (S x_3)^2 / r_3 - F C$$

$$S \ Q \ \text{Trat.} = 13.209.625,800 + 8.248.416,800 - 21.167.340 = 290 \ 702,600$$

F O N T E	SQ	SL	Q	Fc
Tratamento	290.702,600	k — 1 = 1	290.702,600	39,106
E r r o	59.468,400	n — k = 8	7.433,550	
T O T A L	350.171,000	n — 1 = 9		

Ft .01; GL 1-8 = 11,26
LUS/olo/atb

LOGO: REJEITA-SE H_0

As médias são diferentes.

05/71

$X_1 = S. S. WHITE$ Cor 21RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO (Kg/cm²) $X_2 =$ Padrão mínimo segundo as Normas (1700 kg/cm²)

TABELA DE CÁLCULOS

	X_1	X_1^2	X_2	X_2^2	X_3	X_3^2	S
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
Sx²		13.257.889		14.450.000			27.707.899
Sx	8.127		8.500				16.627
r	5		5				n = 10
X	1.625		1.700				k = 2

$$S Q \text{ Total} = S x^2 - F C = S x^2 - (S x)^2 / n$$

$$S Q \text{ Total} = 27.707.899 - F C = 27.707.899 - 27.645.713 = 62.181$$

$$S Q \text{ Trat.} = (S x_1)^2 / r_1 + (S x_2)^2 / r_2 + (S x_3)^2 / r_3 - F C$$

$$S Q \text{ Trat.} = 13.209.626 + 14.450.000 - 27.645.713 = 13.913$$

F O N T E	SQ	SL	Q	Fc
Tratamento	13.913	k — 1 = 1	13.913	2,305
E r r o	48.268	n — k = 8	6.033,500	
T O T A L	62.181	n — 1 = 9		

R .01; GL 1-8 = 11,26

LOGO: ACEITA-SE H₀

As médias são iguais.

LUS/olo/atb

05/71

X_1 = ASTRALIT Cor 21RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO (Kg/cm²) X_2 = Padrão mínimo segundo as Normas (1700 kg/cm²)

TABELA DE CÁLCULOS

	X_1	X_1^2	X^2	X_2^2	X^3	X_3^2	S
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
Sx^2		8.259.612		14.450.000			22.709.612
Sx	6.422		8.500				14.922
r	5		5				n = 10
$\bar{X}$	1.284		1.700				k = 2

$$S Q \text{ Total} = S x^2 - F C = S x^2 - (S x)^2 / n$$

$$S Q \text{ Total} = 22.709.612 - F C = 22.709.612 - 22.266.608 = 443.004$$

$$S Q \text{ Trat.} = (S x_1)^2 / r_1 + (S x_2)^2 / r_2 + (S x_3)^2 / r_3 - F C$$

$$S Q \text{ Trat.} = 8.248.417 + 14.450.000 - 22.266.608 = 431.809$$

F O N T E	SQ	SL	Q	Fc
Tratamento	431.809	k - 1 = 1	431.809	308,655
E r r o	11.195	n - k = 8	1.399	
T O T A L	443.004	n - 1 = 9		

Ft .01; GL 1-8 = 11,26

LOGO: REJEITA-SE H_0

As médias são diferentes.

LUS/olo/atb

05/71

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. RAFFENBARGER, G.C. et alii — American Dental Association Specification nº 9 for Dental Silicate Cement: First Revision, Effective July 1, 1950. *J.A.D.A.* 40(2):186-193, Feb. 1950
2. COUNCIL ON DENTAL MATERIALS AND DEVICES, *Guide to dental materials and devices*, 4th Edition, 1968-69, American Dental Association, Chicago, USA, 1968 (p. 146-150)
3. GRUPO BRASILEIRO DE MATERIAIS DENTÁRIOS — *Especificações Brasileiras nº 3: Especificações para Cimentos de Silicato Odontológicos*. Porto Alegre, 1965
4. FEDERATION DENTAIRE INTERNATIONALE — Specification for Dental Silicate Cement. *Internatl. Dent. J.* 11:536-543, Dec. 1961
5. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION — ISO, RECOMMENDATION R 1565 — Dental Silicate Cement, 1st Edition, June 1970.
6. SUFFERT, L.W. et alii — Índice de opacidade em cimentos de silicato: influencia da dimensão dos corpos de prova face à aparelhagem utilizada. *Rev. Fac. Odont. UFRGS* 13: