ÍNDICE DE OPACIDADE EM CIMENTOS DE SILICATO: INFLUÊNCIA DA DIMENSÃO DOS CORPOS DE PROVA FACE À APARELHAGEM UTILIZADA:

Prof. Léo Werner Süffert *
Prof. Ennio Pessôa **
Dr. Aírton Teixeira Brasil ***

S I N O P S E

Verificada a importância das dimensões dos corpos de prova de cimentos de silicato, quando da mensuração de seu índice de opacidade por aparelhagem específica. As dimensões, embora estipuladas especificamente por normas, podem não ser adequadas em relação ao aparelho empregado, induzindo à interpretações errôneas.

1. INTRODUÇÃO

Antes de procedermos aos ensaios relacionados, com a opacidade de cimentos de silicato, segundo as normas ¹, ², ³, ⁴ e ⁵, verificamos, numa pesquisa bibliográfica, que a maioria dos trabalhos se enquadravam em duas categorias: os que pura e simplesmente objetivavam a verificação em caráter qualitativo da propriedade acima enunciada ⁶ e ⁷, e os que, por intermédio de aparelhagens especiais, objetivavam a mensuração

da opacidade ou translucidez dos silicatos.⁸

Sabemos que a opacidade é uma propriedade de capital importância em restaurações odontológicas onde haja o predomínio, em ordem de importância, do fator estético.

Uma das normas a que nos referimos¹, em seu item 4.3.5, bem como em sua Tabela 9-1, sobre Requisitos, estipula um valor mínimo e um valor máximo para o índice de opacidade (24 horas após elaboração dos corpos de prova de silicato), valores estes que são respectivamente de 0,35 e 0,55 em relação à C 0,70 correspondente ao MgO como contraste.

Para a realização do ensaio em si, basta possuírmos dois padrões, com os índices acima estipulados e, colocarmos entre os dois, nosso corpo de prova de silicato, sobre um fundo listado preto e branco. A simples observação visual, nos permitirá verificar se o corpo de prova se encontra aquém do índice mínimo, além do índice máximo, ou entre os dois e, nes-

* 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

te caso estará preenchendo o requisito da norma, neste sentido.

Como vemos, muito embora a norma estipule valores mínimos e máximos, o ensaio não deixa de ser qualitativo, uma vez que não nos possibilita verificar exatamente qual o índice de opacidade do silicato que estivermos analisando.

Ao pretendermos mensurar, quantitativamente, o índice de opacidade de dois cimentos de silicato fabricados no Brasil, utilizamos um LEUKOMETRO com sensibilidade de 97,5% em relação ao MgO e sensibilizado ao padrão ° 352965 com índice de reflexão de 65,5%, aparelho este que descreveremos com mais detalhes adiante.

Surpreendeu-nos o fato de que os dois silicatos acima mencionados, quando submetidos ao ensaio, segundo 4.3.5 da norma, preenchiam a mesma, ao passo que, quando submetidos a uma mensuração mais precisa, por intermédio do LEUKOMETRO, apresentavam um índice de opacidade INFERIOR ao mínimo exigido pela norma!

Desconfiamos que este fato pudessem ter alguma relação com as dimensões dos corpos de prova, as quais, estipuladas especificamente, pudessem não ser adequadas em relação ao aparelho.

2. OBJETIVO

O objetivo do presente trabalho é o de verificar a influência das dimensões de corpos de prova de silicato (especificamente o diâmetro) sobre o seu índice de opacidade,

quando esta propriedade for mensurada com o tipo de aparelhagem utilizado. (Leucómetro).

3. MATERIAIS, MÉTODOS DE ENSAIO E RESULTADOS OBTIDOS

As duas marcas de silicato estudadas, podem ser observadas na **Fig de Nº 1**. Observe-se que escolhemos a mesma cor em ambos os casos, particularmente por se tratar da cor mais largamente empregada.

3.1 ELABORAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

Elaboramos uma série de corpos de prova, de acordo com o item 4.3.5 da Especificação Nº 3 do GBMD, isto é, corpos de prova em forma de discos, com 1 mm de espessura e 30 mm de diâmetro, os quais eram obtidos por intermédio de uma matriz de aço inoxidável.

A seguir, uma segunda série foi elaborada, com a seguinte variável: o diâmetro foi alterado para 40 mm, pelas razões expostas ao final da introdução deste trabalho. A confecção desta segunda série foi realizada com o auxílio de uma matriz de plástico neutro e semi-flexível. As duas matrizes e os corpos de prova delas resultantes podem ser observadas na **Fig. de Nº 2**.

3.2 DESCRIÇÃO DO APARELHO

O aparelho utilizado foi um LEUKOMETRO tipo reflectometro, com capacidade de reflexão de 97,5% em

relação ao MgO e calibrado com o auxílio do padrão nº 352965 com índice de reflexão de 65,5%. Este aparelho possui uma sensibilidade de 0,02.

O aparelho em questão está baseado no princípio da reflexão da luz incidente sobre superfícies rugosas cujos raios refletidos irão excitar uma célula fotoelétrica que transmite o grau de excitação através de um tambor, o qual possui uma escala centesimal, cuja leitura traduz o percentual de luz refletida. O referido tambor está localizado na parte lateral do aparelho.

O LEUKOMETRO em questão, pode ser observado na Fig de Nº 3.

3.3 ÍNDICE DE REFLEXÃO DOS LÍQUIDOS PARA CIMENTO

Para este ensaio o Leukometro foi calibrado com o filtro de cor branca e o índice de reflexão de 65,5%.

Preenchia-se com o líquido para

1ª	Leitura	
2ª	Leitura	
3ª	Leitura	
4ª	Leitura	

cimento de silicato, uma cápsula de aço inoxidável, parte integrante do aparelho. Esta cápsula apresentava um diâmetro interno de 45 mm e uma altura de 29 mm. Depois da cápsula preenchida com o líquido, colocava-se sobre a mesma, uma placa de vidro com uma superfície altamente polida, de modo tal que a superfície do líquido tocasse em toda a superfície da placa polida, tendo-se o cuidado de evitar toda e qualquer existência de ar entre as duas superfícies.

3.3.1 Líquido para silicato S. S. White

Para preenchimento da cápsula de aço inoxidável, foram necessários 6 vidros originais de líquido, de 7 ml de capacidade cada um, perfazendo um volume total de 42 ml. Efetuaram-se 4 leituras, 1 para cada quadrante do corpo de prova. Umidade: 50%, Temp: 29°C.

Ind. reflexão	Média
0,240	
0,240	
0,239	
0,239	0,240

3.3.2 Líquido para silicato Astralit

Para preenchimento da cápsula de aço inoxidável, foram necessários 8 vidros originais de líquido, de 8 ml

de capacidade cada um, perfazendo um volume total de 64 ml. Efetuaram-se 4 leituras, 1 para cada quadrante do corpo de prova. Umidade: 46% Temp: 28°C.

Ind. reflexão	Média
0,235	
0,236	
0,236	
0,235	0,235

3.4 ÍNDICE DE REFLEXÃO DOS PÓS PARA CIMENTO

Os corpos de prova, obtidos em matriz especial, parte integrante do aparelho, se constituíam em discos de 45 mm de diâmetro por 8 mm de altura. A compactação dos pós para o interior da matriz era efetuada

com carga de compressão padronizada. No caso, 987 g durante 10 segundos. Cada corpo de prova era elaborado com nova porção de pó, isto é, o pó analisado não era misturado ao do corpo de prova seguinte. Assim sendo, cada vidro de pó de silicato permitia a elaboração de 3 corpos de prova.

3.4.1 Pó para silicato S. S. White

	Ind. reflexão	Média	Média final
1º C. P.			
1ª Leitura	0,954		
2ª Leitura	0,953		
3ª Leitura	0,954		
4ª Leitura	0,953	0,953	
2º C. P.			
1ª Leitura	0,960		
2ª Leitura	0,960		
3ª Leitura	0,959		
4ª Leitura	0,956	0,958	
3º C. P.			
1ª Leitura	0,961		
2ª Leitura	0,961		
3ª Leitura	0,960		
4ª Leitura	0,960	0,960	0,957

3.4.2 Pó para silicato Astralit

	Ind. reflexão	Média	Média final
1º C. P.			
1ª Leitura	0,901		
2ª Leitura	0,901		
3ª Leitura	0,901		
4ª Leitura	0,900	0,900	
2º C. P.			
1ª Leitura	0,905		
2ª Leitura	0,905		
3ª Leitura	0,904		
4ª Leitura	0,904	0,904	

	Ind. reflexão	Média	Média final
3º C. P.			
1ª Leitura	0,903		
2ª Leitura	0,902		
3ª Leitura	0,902		
4ª Leitura	0,902	0,902	0,902

3.5 ÍNDICE DE REFLEXÃO DAS MISTURAS PÓ-LÍQUIDO

As proporções pó-líquido, de acordo com a consistência padrão, foram respectivamente, para o silicato S.

S. White: 1400 mg de pó para 0,14 ml; e para o silicato Astralit: 1000 mg de pó para 0,4 ml de líquido. (CPs de 30 mm) 2100 mg e 1800 mg para CPs de 40 mm.

3.5.1 Misturas com o silicato S. S. White: corpos de prova de 30 mm

	U. R.	T. A.	Ind. reflexão	Média	Média final
1º C. P.					
1ª Leitura	45%	17°C	0,307		
2ª Leitura			0,303		
3ª Leitura			0,300		
4ª Leitura			0,304	0,303	
2º C. P.					
1ª Leitura	45%	17°C	0,321		
2ª Leitura			0,318		
3ª Leitura			0,309		
4ª Leitura			0,307	0,313	
3º C. P.					
1ª Leitura	48%	16°C	0,328		
2ª Leitura			0,325		
3ª Leitura			0,323		
4ª Leitura			0,324	0,325	
4º C. P.					
1ª Leitura	62%	16°C	0,321		
2ª Leitura			0,319		
3ª Leitura			0,316		
4ª Leitura			0,316	0,318	
5º C. P.					
1ª Leitura	62%	16°C	0,325		

	U. R.	T. A.	Ind. reflexão	Média	Média final
2ª Leitura			0,320		
3ª Leitura			0,319		
4ª Leitura			0,322	0,321	
6º C. P.					
1ª Leitura	48%	17°C	0,312		
2ª Leitura			0,309		
3ª Leitura			0,310		
4ª Leitura			0,311	0,310	
7º C. P.					
1ª Leitura	48%	17°C	0,339		
2ª Leitura			0,333		
3ª Leitura			0,335		
4ª Leitura			0,342	0,339	
8º C. P.					
1ª Leitura	45%	16°C	0,298		
2ª Leitura			0,300		
3ª Leitura			0,299		
4ª Leitura			0,296	0,298	
9º C. P.					
1ª Leitura	53%	16°C	0,341		
2ª Leitura			0,340		
3ª Leitura			0,332		
4ª Leitura			0,333	0,336	
10º C. P.					
1ª Leitura	53%	16°C	0,337		
2ª Leitura			0,333		
3ª Leitura			0,331		
4ª Leitura			0,333	0,333	0,320

3.5.1.1 Misturas com silicato S. S. White: corpos de prova de 40 mm

	U. R.	T. A.	Ind. reflexão	Média	Média final
1º C. P.					
1ª Leitura	53%	16°C	0,380		
2ª Leitura			0,380		
3ª Leitura			0,381		
4ª Leitura			0,380	0,380	

	U. R.	T. A.	Ind. reflexão	Média	Média final
2º C. P.					
1ª Leitura	53%	16°C	0,376		
2ª Leitura			0,376		
3ª Leitura			0,377		
4ª Leitura			0,376	0,376	
3º C. P.					
1ª Leitura	44%	18°C	0,380		
2ª Leitura			0,379		
3ª Leitura			0,378		
4ª Leitura			0,376	0,378	
4º C. P.					
1ª Leitura	46%	18°C	0,376		
2ª Leitura			0,375		
3ª Leitura			0,375		
4ª Leitura			0,374	0,375	
5º C. P.					
1ª Leitura	46%	18°C	0,373		
2ª Leitura			0,375		
3ª Leitura			0,375		
4ª Leitura			0,375	0,374	
6º C. P.					
1ª Leitura	53%	23°C	0,360		
2ª Leitura			0,360		
3ª Leitura			0,360		
4ª Leitura			0,360	0,360	
7º C. P.					
1ª Leitura	40%	28°C	0,357		
2ª Leitura			0,355		
3ª Leitura			0,356		
4ª Leitura			0,354	0,355	
8º C. P.					
1ª Leitura	40%	28°C	0,368		
2ª Leitura			0,368		
3ª Leitura			0,368		
4ª Leitura			0,367	0,367	

	U. R.	T. A.	Ind. reflexão	Média	Média final
9º C. P.					
1ª Leitura	40%	28°C	0,369		
2ª Leitura			0,369		
3ª Leitura			0,368		
4ª Leitura			0,368	0,368	

10º C. P.					
1ª Leitura	53%	27°C	0,374		
2ª Leitura			0,374		
3ª Leitura			0,378		
4ª Leitura			0,378	0,376	0,368

3.5.2 Misturas com silicato Astralit : corpos de prova de 30 mm

	U. R.	T. A.	Ind. reflexão	Média	Média final
1º C. P.					
1ª Leitura	60%	19°C	0,307		
2ª Leitura			0,308		
3ª Leitura			0,307		
4ª Leitura			0,307	0,307	

2º C. P.					
1ª Leitura	60%	29°C	0,298		
2ª Leitura			0,300		
3ª Leitura			0,297		
4ª Leitura			0,295	0,297	

3º C. P.					
1ª Leitura	60%	20°C	0,297		
2ª Leitura			0,297		
3ª Leitura			0,296		
4ª Leitura			0,297	0,296	

4º C. P.					
1ª Leitura	60%	20°C	0,308		
2ª Leitura			0,309		
3ª Leitura			0,309		
4ª Leitura			0,306	0,308	

5º C. P.					
1ª Leitura	76%	18°C	0,293		
2ª Leitura			0,293		

	U. R.	T. A.	Ind. reflexão	Média	
3ª Leitura			0,295		
4ª Leitura			0,295	0,294	
6º C. P.					
1ª Leitura	78%	18°C	0,305		
2ª Leitura			0,303		
3ª Leitura			0,302		
4ª Leitura			0,305	0,303	
7º C. P.					
1ª Leitura	30%	18°C	0,325		
2ª Leitura			0,326		
3ª Leitura			0,326		
4ª Leitura			0,326	0,325	
8º C. P.					
1ª Leitura	32%	18°C	0,317		
2ª Leitura			0,316		
3ª Leitura			0,313		
4ª Leitura			0,309	0,313	
9º C. P.					
1ª Leitura	66%	15°C	0,295		
2ª Leitura			0,295		
3ª Leitura			0,297		
4ª Leitura			0,297	0,296	
10º C. P.					
1ª Leitura	64%	16°C	0,322		
2ª Leitura			0,319		
3ª Leitura			0,315		
4ª Leitura			0,319	0,318	0,305

3.5.2.1 Misturas com silicato Astral lit: corpos de prova de 40 mm

	U. R.	T. A.	Ind. reflexão	Média	Média final
1º C. P.					
1ª Leitura	50%	21°C	0,362		
2ª Leitura			0,362		
3ª Leitura			0,362		
4ª Leitura			0,362	0,362	

	U. R.	T. A.	Ind. reflexão	Média	Média final
2º C. P.					
1ª Leitura	49%	21°C	0,356		
2ª Leitura			0,356		
3ª Leitura			0,356		
4ª Leitura			0,356	0,356	
3º C. P.					
1ª Leitura	43%	22°C	0,359		
2ª Leitura			0,360		
3ª Leitura			0,360		
4ª Leitura			0,360	0,360	
4º C. P.					
1ª Leitura	43%	23°C	0,354		
2ª Leitura			0,354		
3ª Leitura			0,354		
4ª Leitura			0,354	0,354	
5º C. P.					
1ª Leitura	43%	24°C	0,373		
2ª Leitura			0,373		
3ª Leitura			0,375		
4ª Leitura			0,375	0,374	
6º C. P.					
1ª Leitura	37%	24°C	0,366		
2ª Leitura			0,366		
3ª Leitura			0,366		
4ª Leitura			0,367	0,366	
7º C. P.					
1ª Leitura	37%	25°C	0,351		
2ª Leitura			0,351		
3ª Leitura			0,352		
4ª Leitura			0,351	0,351	
8º C. P.					
1ª Leitura	37%	25°C	0,351		
2ª Leitura			0,352		
3ª Leitura			0,354		
4ª Leitura			0,354	0,353	

	U. R.	T. A.	Ind. reflexão	Média	Média final
9º C. P.					
1ª Leitura	35%	26°C	0,355		
2ª Leitura			0,356		
3ª Leitura			0,356		
4ª Leitura			0,356	0,356	
10º C. P.					
1ª Leitura	45%	26°C	0,365		
2ª Leitura			0,364		
3ª Leitura			0,364		
4ª Leitura			0,364	0,364	0,360

4. INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

Todos os dados obtidos, foram submetidos à análise estatística, conforme tabela de cálculos das análises de variância, ao final do presente trabalho. O teste utilizado foi o teste de «F».

4.1 Índice de reflexão dos líquidos para cimento de silicato.

Verificamos que há uma diferença estatisticamente significativa, ao nível de .01 entre os líquidos para silicato S. S. White e Astralit, apresentando este último menos opacidade.

4.2 Índice de reflexão dos pós para cimento de silicato.

Existe também uma diferença estatisticamente significativa, ao nível de .01 entre os pós para os silicatos ensaiados, sendo o de marca S. S. White o que apresenta maior índice de opacidade.

4.3 Índice de reflexão das misturas pó-líquido para cimentos de silicato.

Ao cotejarmos, inicialmente os dois silicatos com corpos de prova de 30 mm de diâmetro, verificamos duas coisas:

- 1º Não havia diferença estatisticamente significativa entre as duas médias, ao nível de .01.
- 2º Nenhum dos dois silicatos preenchia a norma no tocante à opacidade. A norma estipula um valor entre 0,35 e 0,55, e o silicato S. S. White apresentava um valor de 0,320 ao passo que o Astralit apresentava um valor de 0,306.

Ao cotejarmos, no entanto, os dois silicatos com corpos de prova de 40 mm de diâmetro, verificamos exatamente o oposto:

- 1º Havia diferença estatisticamente significativa entre as duas médias, ao nível de .01.
- 2º Ambos preenchiam as normas no tocante à opacidade. O silicato S. S. White apresentava

um valor de 0,371 e o silicato Astralit apresentava um valor de 0,359.

Por último, cotejando em cada um dos silicatos ensaiados, corpos de prova de 30 mm com corpos de prova de 40 mm, verificamos que em ambos os casos havia diferença significativa (.01) entre as médias.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

Analizamos os dois únicos cimentos de silicato de uso odontológico fabricados no Brasil, em relação ao aspecto opacidade. Chamou-nos a atenção, que nenhum dos dois, quando submetidos ao ensaio, segundo 4.3.5 da norma, preenchiam a mesma.

Desconfiamos que este fato pudesse ter alguma relação com as dimensões dos corpos de prova, as quais embora estipuladas especificamente na norma, pudessem não ser adequa-

das em relação ao aparelho de mensuração utilizado. (Leukometro).

A pesquisa que realizamos, não somente demonstrou como verdadeira a hipótese que formuláramos, bem como demonstrou ainda que ambos os materiais preenchem a norma, no que se relaciona ao índice de opacidade.

É importante, pois, o condicionamento das dimensões dos corpos de prova, no ensaio do índice de opacidade, ao tipo de aparelhagem utilizado na sua mensuração.

S Y N O P S I S

The importance of the dimensions of silicate cement specimens, when measuring their opacity, has been verified. The dimensions, even though stipulated by specifications, may be inadequate, according to the testing equipment utilized and may induce to erroneous conclusions.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. PAFFENBARGER, G.C. et alii — American Dental Association specification nº 9 for dental silicate cement. First rev. July 1, 1950. *JADA*, 40(2):186-193, Feb. 1950.
2. AMERICAN DENTAL ASSOCIATION, COUNCIL ON DENTAL MATERIALS AND DEVICES. Guide to dental materials and devices: 1968-69. 4.ed. Chicago, 1968, p.146-50.
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. *Int. Dent. J.*, 11:536-543, Dec. 1961.
5. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION — ISO recommendation R 1565: dental silicate cement. June 1970.
6. RAFFENBARGER, G.C. et alii — Dental silicate cements: physical and chemical properties and a specification. *JADA & Den. Cosmos*, 25:32-87, Jan. 1938.
7. PEYTON, F.A. et alii — Restorative dental materials. 2.ed. St. Louis, Mosby, 1964, p.506-18.
8. PAULA e SILVA, Ray de — Cimentos de silicato: estudo da translucidez relacionada à cor e tempo, em função das variações da proporção pó e líquido. Araraquara, 1965 (Tese de Docência Livre)

X_1 = Líquido S. S. WHITE

OPACIDADE DOS LÍQUIDOS

 X_2 = Líquido ASTRALIT

TABELA DE CÁLCULOS

	X_1	X_1^2	X_2	X_2^2	X_3	X_3^2	S
1	24,0	576,00	23,5	552,25			
2	24,0	576,00	23,6	556,96			
3	23,9	571,21	23,6	556,96			
4	23,9	571,21	23,5	552,25			
5							
6							
7							
8							
9							
10							
Sx^2		2.294,42		2.218,42			4.512,84
Sx	95,8		94,2				190,0
r	4		4				n = 8
—							
X	23,95		23,55				k = 2

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

$$S \text{ Q Total} = 4511,84 - F C = 4.512,84 - 4.512,50 = 0,34$$

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

$$S \text{ Q Trat.} = 2.294,41 + 2.218,41 - 4.512,50 = 0,32$$

F O N T E	SQ	SL	Q	Fc
Tratamento	0,32	k — 1 = 1	0,32	96,969
E r r o	0,02	n — k = 6	0,0033	
T O T A L	0,34	n — 1 = 7		

Ft .01: GL 1-6 = 13,74

LOGO: REJEITA-SE H_0 As médias são diferentes

LUS/olo/atb

05/71

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

OPACIDADE DOS PÓS

 $X_2 = \text{ASTRALIT Cor 21}$

TABELA DE CÁLCULOS

	X_1	X_1^2	X_2	X_2^2	X_3	X_3^2	S
1	95,3	9082,09	90,01	8118,01			
1	95,4	9101,16	90,01	8118,01			
3	95,3	9082,09	90,0	8100,00			
4	96,0	9216,00	90,5	8190,25			
5	96,0	9216,00	90,5	8190,25			
6	95,9	9196,81	90,4	8172,16			
7	95,6	9139,36	90,4	8172,16			
8	96,1	9235,21	90,3	8154,09			
9	96,1	9235,21	90,2	8136,04			
10	96,0	9216,00	90,2	8136,04			
Sx^2		91719,93		81487,01			173206,94
Sx	957,7		902,7				1860,4
r	10		10				n = 20
$\bar{X}$	95,77		90,27				k = 2

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

$$S Q \text{ Total} = 173.206,94 - F C = 173.206,94 - 173.054,41 = 152,53$$

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

$$S Q \text{ Trat.} = 91.178,929 + 814.867,29 - 173.054,41 = 151,25$$

F O N T E	SQ	SL	Q	Fc
Tratamento	151,25	k — 1 = 1	151,250	2.130,281
E r r o	1,28	n — k = 18	0,071	
T O T A L	152,53	n — 1 = 19		

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

LOGO: REJEITA-SE H_0 As médias são diferentes.

LUS/olo/atb

05/71

SILICATOS COR 21

 $X_1 = \text{CP S. S, White } 40 \text{ mm}$ $X_2 = \text{CP Astralit } 40 \text{ mm}$

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							
Sx^2		13.762,75		12921,40			26.684,15
Sx	370,9		359,4				730,3
r	10		10				n = 20
$\bar{X}$	37,09		36,00				k = 2

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

$$S Q \text{ Total} = 26.684,15 - F C = 26.684,15 - 26.666,90 = 17,25$$

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

$$S Q \text{ Trat.} = 13.756,681 + 12.916,836 - 26.666,900 = 6,617$$

F O N T E	SQ	SL	Q	Fc
Tratamento	6,617	k - 1 = 1	6,617	11,215
E r r o	10,633	n - k = 18	0,590	
T O T A L	17,250	n - 1 = 19		

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

LUS/olo/atb

05/71

LOGO: REJEITA-SE H_0 As médias são diferentes.

SELECATOS COR 21

O P A C I D A D E

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		

$$F_{0.01; GL \ 1-18} = 8,28$$

$$LOGO: \text{ACEITASE } H_0$$

As médias são iguais.

LUS/olo/atb

05/71

SILICATO S. S. WHITE COR: 21

 X_1 = corpos de prova de 30 mm X_2 = corpos de prova de 40 mm

TABELA DE CÁLCULOS

	X_1	X_1^2	X_2	X_2^2	X_3	X_3^2	S
1	30,3	918,09	38,0	1.444,00			
2	31,3	979,69	37,6	1.413,76			
3	32,5	1.066,25	37,8	1.428,84			
4	31,8	1.011,24	37,5	1.406,25			
5	32,1	1.030,41	37,4	1.398,76			
6	31,0	961,00	36,0	1.296,00			
7	33,9	1.149,21	35,5	1.260,25			
8	29,8	888,04	36,7	1.346,89			
9	33,6	1.128,96	36,8	1.354,24			
10	33,3	1.108,89	37,6	1.413,76			
Sx^2		10.231,78		13.762,75			23.994,53
Sx	319,6		370,9				690,50
r	10		10				n = 20
$\bar{x}$	31,96		37,09				$\bar{r} = 2$

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

$$S Q \text{ Total} = 23.994,53 - F C = 23.994,53 - 23.839,51 = 155,02$$

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

$$S Q \text{ Trat.} = 10.214,416 + 13.756,681 - 23.839,510 = 131,587$$

F O N T E	SQ	SL	Q	Fc
Tratamento	131.587	$k - 1 = 1$	131.587	101,06
E r r o	23.433	$n - k = 18$	1.302	
T O T A L	155.020	$n - 1 = 19$		

$F_{t .01; GL 1-18} = 8,28$ LOGO: REJEITA-SE H_0 As médias são diferentes.
LUS/olo/atb

05/71

X_1 = corpos de prova de 30 mm**SELECATO ASTRALIT COR: 21** X_2 = corpos de prova de 40 mm**TABELA DE CÁLCULOS**

	X_1	X_1^2	X_2	X_2^2	X_3	X_3^2	S
1	30,7	942,49	36,2	1.310,44			
2	29,7	882,09	35,6	1.267,36			
3	29,6	876,16	35,9	1.288,81			
4	30,8	948,64	35,4	1.253,16			
5	29,4	864,36	37,4	1.398,76			
6	30,3	918,09	36,6	1.339,56			
7	32,5	1.056,25	35,1	1.232,01			
8	31,3	979,69	35,3	1.246,09			
9	29,6	876,16	35,5	1.260,15			
10	31,8	1.011,24	36,4	1.324,96			
Σx^2		9.355,17		12921,40			22.276,57
Σx	305,7		359,4				665,1
r	10		10				n = 20
k	30,57		36,00				k = 2

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

$$S Q \text{ Total} = 22.276,57 - F C = 22.276,570 - 22.117,900 = 158,670$$

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

$$S Q \text{ Trat.} = 9.345,249 + 12.916,836 - 22.117,900 = 144,185$$

F O N T E	SQ	SL	Q	Fc
Tratamento	144,185	k — 1 = 1	144,185	179,111
E r r o	14.485	n — k = 18	0,805	
T O T A L	158,670	n — 1 = 19		

Pt .01; GL 1-18 = 8,28LOGO: REJEITA-SE H_0 As médias são diferentes.**LUS**/olo/ath

05/71

Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3