

INSUMOS CERÂMICOS PARA PORCELANAS DENTÁRIAS

M. C. Andrade¹, F. A. N. G. Silva², S. F. Santos², C. N. Barbato², J. A. Sampaio¹, A. B. Luz¹, F. T. Silva² e T. Ogasawara²

1 – Coordenação de Processos Mineraiis – Centro de Tecnologia Mineral (CETEM), Av. Ipê, 900, Ilha do Fundão, Cidade Universitária, 21941-590, Rio de Janeiro, RJ
E-mail: mcalixto@cetem.gov.br

2 – PEMM/COPPE/UFRJ – Programa de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Cidade Universitária, 21945-970, Rio de Janeiro, RJ

RESUMO

As “porcelanas dentárias” são materiais cerâmicos que viabilizam as restaurações dentárias cerâmicas integrais ou parciais, aliando estética (cor, forma e textura) à resistência mecânica, propiciando restaurações semelhantes ao dente natural. As restaurações são de materiais cerâmicos, como alumina e zircônia ou de ligas metálicas, recobertas com porcelanas dentárias. Cabe ressaltar que as matérias primas das porcelanas utilizadas pelos protéticos são pós (com adição de ligante orgânico) destinados à obtenção de diversas camadas necessárias para conferir as características anatômicas adequadas ao dente. Nos substratos metálicos utilizam-se três tipos de camadas: opaco, dentina e esmalte. Já nos blocos com substrato cerâmicos existem duas camadas: a dentina e o esmalte. Neste trabalho foram preparados revestimentos similares à dentina. Utilizaram-se pigmentos e composições de fritas compostas principalmente de feldspato para obter o aspecto mais próximo do padrão estabelecido. As amostras foram caracterizadas por medidas de cor conforme padrões CIELAB. Foi constatada a importância da utilização de fritas em todas as camadas, já que as queimas dos revestimentos comerciais são realizadas em tempos curtos e temperaturas relativamente baixas (na faixa de 900 a 980°C). Verificou-se também a necessidade do controle rigoroso da matéria-prima, principalmente dos minerais industriais, na obtenção de frita para preparação das camadas. Além disso estes estudos permitiram mostrar um potencial aproveitamento de minerais feldspáticos para uso em cerâmica avançada.

PALAVRAS-CHAVES: revestimentos cerâmicos, fritas, insumos mineraiis, cerâmicas dentais, análise colorimétrica.

1. INTRODUÇÃO

As restaurações são substitutos artificiais de uma parte perdida acidentalmente ou retirada de modo intencional, por exemplo na odontologia, as facetas e as coroas totais. As restaurações dentais são geralmente preparadas a partir de vidrados feldspáticos com elevadas temperaturas, pois estes materiais apresentam propriedades mecânicas e estéticas adequadas, além de uma boa adaptação oral.

Para a obtenção das restaurações dentárias, os protéticos aplicam camadas de pó comercial e adiciona ligante orgânico formando uma dispersão coloidal que é aplicado sobre as restaurações de alumina com pincel, até a obtenção de uma textura similar aos outros dentes do paciente. Para adequação dos tons dentais existem tabelas de cores, com uma variedade de tons para atender aos diferentes pacientes (Wildgoose *et al.*, 2004, Wee *et al.*, 2005). No caso dos substratos de alumina (restaurações totalmente cerâmicas) são preparadas quatro camadas, denominadas dentina básica, dentina, esmalte e translúcido, sendo que cada uma delas possuem uma composição cerâmica específica formulada com matérias-primas importadas (Guazzato *et al.*, 2005).

As características dos minerais industriais utilizados e dos pigmentos são fundamentais para a formação de um revestimento nas restaurações que atendam às características estéticas. Embutido no conceito de estética dentária está a cor e, por sua vez, a tonalidade (Douglas e Brewer, 2003). A obrigatoriedade do rigoroso ajuste da tonalidade é inquestionável para a odontologia, logo é fundamental caracterizar as cores com valores determinados em colorímetros e os limites de variação admissíveis (Melchiades e Boschi, 1999).

As cores são geralmente caracterizadas no sistema CIELAB, que convertem valores num espaço uniforme de cor para as coordenadas L*, a* e b*. O L* é o eixo central da luminosidade que, numa escala de 0 a 100, representa o percurso do espaço de cor desde o preto até o branco; a* é o eixo que representa a variação entre o verde (valores negativos) até o vermelho (valores positivos); e o eixo b* representa a variação de azul (valores negativos) até amarelo (valores positivos). Com base nos valores de a*, b* e L* dos revestimentos das dentinas padrões e dos revestimentos obtidos com os insumos nacionais, pode-se determinar os índices de variação de tonalidades (ΔE^*) e determinar se as amostras estão muito próximas ou dentro dos limites teórico de trabalhabilidade aceitável, (ΔE^*) \leq 1 (Machado et al, 1997).

Cabe ressaltar que para a obtenção desses revestimentos odontológicos é fundamental a utilização de fritas que diminuam a temperatura necessária para a queima, o que permite aos laboratórios protéticos, trabalharem com os fornos regulados para a faixa de temperatura de 900 a 980°C (Isgrò *et al.*, 2005). As fritas geralmente são preparadas por fusão de feldspatos em elevadas temperaturas. A utilização de feldspato também proporciona uma base inicial sem cor, cabendo aos pigmentos definirem as respectivas cores. As características dos minerais industriais e dos pigmentos contribuem para a formação da cor final, nas diversas temperaturas de queima do revestimento (Isgrò *et al.*, 2005). No nordeste do Brasil, particularmente na região do Seridó (RN) existem feldspatos que após beneficiamento ou lavra seletiva torna-se um insumo mineral adequado à utilização nos revestimentos das restaurações dentárias.

Neste contexto, o Centro de Tecnologia Mineral tem como objetivo desenvolver insumos minerais necessários à composição destas porcelanas odontológicas, para possibilitar a nacionalização destes materiais diminuindo seu custo e tornando esta tecnologia acessível às populações mais carentes. Especificamente, neste trabalho será enfocada medidas de cor para a produção das camadas de dentina, com insumos nacionais.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para obter os revestimentos para porcelanas odontológicas com insumos nacionais, substratos de placas de alumina sinterizada (Saint-Gobain) foram revestidos com vidrados correspondentes à mistura em diferentes proporções de fritas e pigmentos. As fritas utilizadas foram preparadas por fusão de feldspatos em temperaturas na faixa de 2000°C; a composição química de cada frita preparada é mostrada na Tabela I. Para tentar obter a coloração similar à das dentinas comerciais escolhidas como materiais de referência, utilizaram-se três diferentes composições de fritas e duas misturas de pigmento, Tabela II.

Foram escolhidos quatro produtos comerciais para serem utilizados como referência: a referência comercial 1 é um pó branco rotulado dentina, a 2 é um pó rósea claro rotulado também dentina ambos do mesmo fabricante. Já as

referências 3 e 4 são de outro fabricante, a referência 3 é um pó branco, denominado dentina opaca e a 4 é pó de coloração rósea, denominado dentina.

Tabela I – Composição das fritas utilizadas para obter os revestimentos com insumos nacionais.

| SUBSTÂNCIAS | FRITA 1 (%) | FRITA 2 (%) | FRITA 3 (%) |
|--------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| SiO ₂ | 66,00 | 53,63 | 62,67 |
| Al ₂ O ₃ | 20,00 | 16,25 | 18,99 |
| CaO | 0,26 | 0,21 | 0,25 |
| K ₂ O e Na ₂ O | 11,40 | 9,26 | 10,82 |
| ZrO ₂ | 0,00 | 4,47 | 0,00 |
| P ₂ O ₅ | 0,34 | 0,28 | 0,32 |
| Rb ₂ O | 0,07 | 0,06 | 0,07 |
| NiO | 0,11 | 0,00 | 0,00 |
| MgO | 0,00 | 9,95 | 0,00 |
| H ₃ BO ₃ | 0,00 | 5,89 | 6,88 |

Para preparação dos revestimentos pesou-se 0,5 g de cada massa cerâmica junto com 3mL de um ligante comercial, agitou-se a mistura e aplicou-se com pincel sobre placas de alumina densa, em seguida secaram-se as placas revestidas em estufa a 100°C durante 20 minutos. Para a homogeneização dos revestimentos, as placas de aluminas foram fixadas a um agitador magnético e colocadas para rotação numa velocidade moderada durante seis minutos. As peças foram queimadas a 900 e 980°C, com taxa de aquecimento de 10°C/min, durante 30 min. Este procedimento foi utilizado tanto para os materiais de referência quanto para os revestimentos com insumos nacionais.

Tabela II – Composição do revestimento obtido com insumos nacionais.

| | COMPOSIÇÃO DA FRITA | PIGMENTOS |
|-----------------|---|--|
| Revestimento A1 | 99,4% - Frita 1 (somente feldspato) | 0,6% (75% de CeO ₂ + 25% de Y ₂ O ₃) |
| Revestimento A2 | 99,4% - Frita 2 (feldspato + ZrO ₂ + MgO) | 0,6% (75% de CeO ₂ + 25% de Y ₂ O ₃) |
| Revestimento A3 | 99,4% - Frita 3 (feldspato + H ₃ BO ₃) | 0,6% (75% de CeO ₂ + 25% de Y ₂ O ₃) |
| Revestimento B1 | 99% - Frita 1 (somente feldspato) | 1% (17% de Y ₂ O ₃ + 30% de TiO ₂ + 53% de Sb ₂ O ₃) |
| Revestimento B2 | 99% - Frita 2 (feldspato + ZrO ₂ + MgO) | 1% (17% de Y ₂ O ₃ + 30% de TiO ₂ + 53% de Sb ₂ O ₃) |
| Revestimento B3 | 99% - Frita 3 (feldspato + H ₃ BO ₃) | 1% (17% de Y ₂ O ₃ + 30% de TiO ₂ + 53% de Sb ₂ O ₃) |

As placas utilizadas na preparação dos revestimentos de insumos minerais eram menores do que as dos materiais de referência, o que resultava em diferenças significativas em relação aos valores de L*. No entanto conseguimos através da realização de testes com várias amostras quantificar este erro e adicionar um fator de correção em todas as análises.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os revestimentos comerciais de referência queimados a 900°C ficaram amarelados, embora os pós das referências 2 e 4 apresentaram uma coloração rósea, antes da queima, conforme mostrado na figura 1, mostrando a importância da caracterização da cor somente após a queima da camada da dentina.

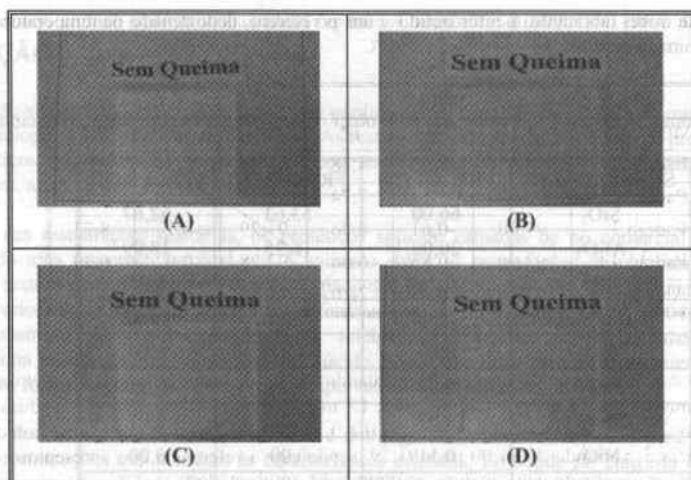


Figura 1 - Fotos dos revestimentos padrões antes das queimas: (A) referência 1, (B) referência 2, (C) referência 3 e (D) referência 4. Nota: O trabalho será disponibilizado na página do CETEM para visualizar as cores, já que os anais serão em preto e branco.

Todos os revestimentos obtidos com insumos nacionais apresentaram uma mesma tonalidade antes da queima, nenhum apresentou tons róseos como nos revestimentos padrões secos (Figura 2), entretanto, após a queima o tom ficou bem próximo dos valores de cores dos revestimentos de referência.

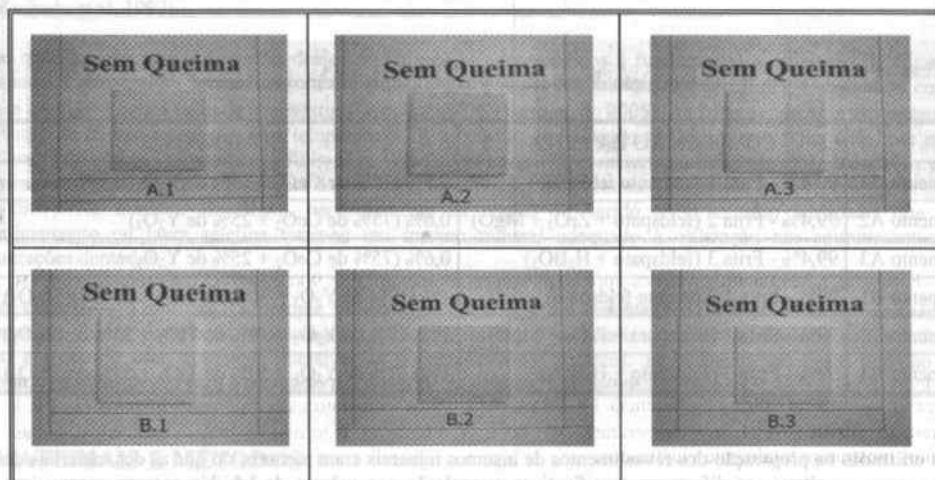


Figura 2 - Fotos dos revestimentos odontológicos com os insumos nacionais, antes da queima.

A análise colorimétrica dos materiais tomados como referência mostrou a predominância da cor amarela após as queimas a temperaturas de 900 e 980°C. Sendo que a amostra de revestimento de referência que ficou menos amarela foi a obtida com a referência 1, já que os valores de b^* , tanto a 900°C quanto a 980°C, foram menores, o que indica, segundo os padrões CIE Lab, a menor tonalidade de amarelo (Tabela III).

Tabela III – Medidas de cores dos revestimentos obtidos com as referências de dentina na temperatura de 900°C e 980°C.

| AMOSTRAS | 900°C | | | 980°C | | |
|----------|-------|-------|------|-------|-------|------|
| | L* | a* | b* | L* | a* | b* |
| Padrão 1 | 94,53 | -0,93 | 4,38 | 94,43 | -0,84 | 3,75 |
| Padrão 2 | 92,60 | -1,12 | 7,74 | 92,75 | -1,18 | 7,36 |
| Padrão 3 | 91,00 | -0,61 | 8,96 | 91,29 | -0,72 | 8,73 |
| Padrão 4 | 92,06 | -0,85 | 6,66 | 92,28 | -0,92 | 6,39 |
| Alumina | 95,36 | -0,68 | 2,20 | 95,36 | -0,68 | 2,20 |

Os resultados de cores das referências foram similares quando elevou-se a temperatura de queima de 900 para 980°C (Tabela III, Figuras 3). Os valores de luminosidade L* mantiveram muitos próximos nas duas temperaturas de queima, apresentado sempre variações da ordem de 0,1-0,3 em todos os revestimentos, como no caso do revestimento de referência 3, variando de 91,00 para 91,29, sendo este a referência que apresentou o tom amarela mais intenso, como pôde ser observado pelos maiores valores de b* apresentados.

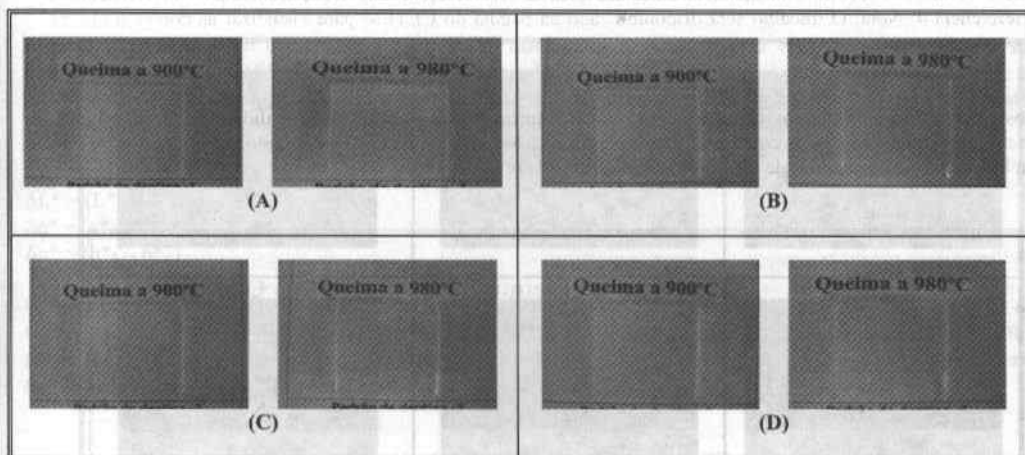


Figura 3 - Fotos dos revestimentos padrões após a queima na temperatura de 900 e 980°C: (A) referência 1, (B) referência 2, (C) referência 3 e (D) referência 4.

Também pôde-se observar na Figura 3 que, em relação a vitrificação apresentadas pelos revestimentos, na temperatura de queima de 900°C, a referência 1 mostrou mais opaca, enquanto os outros revestimentos (2, 3 e 4) apresentaram-se vitrificados. Já na temperatura de 980°C a referência 1 tornou-se mais vítrea e os demais revestimentos mostraram totalmente vitrificados.

Para os revestimentos obtidos com insumos nacionais observou-se que os valores dos parâmetros de cores não apresentaram variações significativas com a elevação da temperatura de 900 para 980°C, desta forma foram medidos somente os parâmetros de cores na temperatura de 980°C, como pode ser verificado na Tabela IV.

Tabela IV – Cores dos revestimentos com insumos nacionais utilizando a queima na temperatura de 980°C.

| AMOSTRAS | L* | a* | b* |
|-----------------|-------|-------|-------|
| Revestimento A1 | 89,06 | 0,58 | 11,20 |
| Revestimento A2 | 92,48 | -0,91 | 10,15 |
| Revestimento A3 | 90,84 | -0,46 | 7,43 |
| Revestimento B1 | 91,84 | -0,25 | 8,49 |
| Revestimento B2 | 91,34 | -0,52 | 11,14 |
| Revestimento B3 | 91,79 | -0,46 | 8,61 |
| Alumina | 95,36 | -0,68 | 2,20 |

Estes revestimentos apresentaram, em geral, tons bem similares entre si e em relação àqueles das referências, figura 5, verificando-se inclusive que a comparação dos valores de L*, a* e b* dos revestimentos com insumos nacionais em relação aos revestimentos de referências, os denominados B1 e B3 (Tabela IV), queimados a 980°C, foram mais próximos aos valores da referência 3. Neste contexto, para melhor avaliar os resultados foi calculado o índice de variação de tonalidade, como será mostrado em outra parte do texto, entre estas amostras e a referência 3.

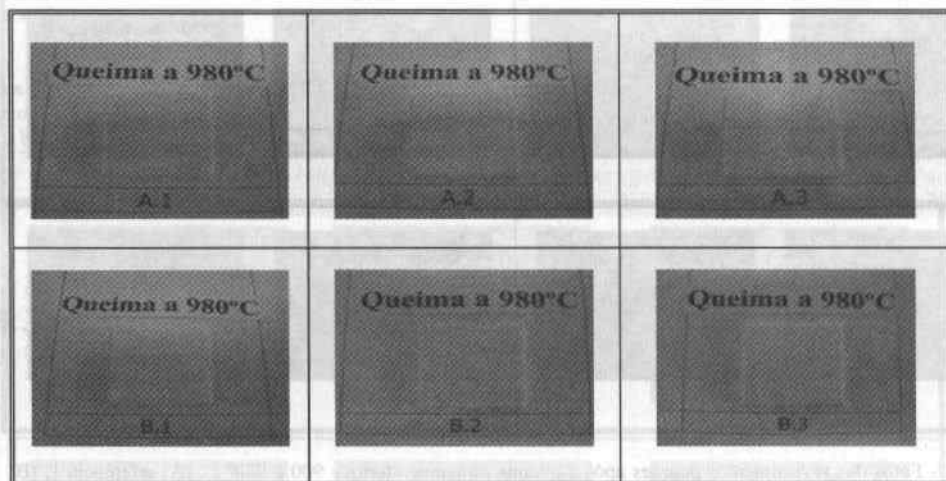


Figura 5 - Fotos dos revestimentos cerâmicos queimados na temperatura de 980°C.

Na temperatura de 980°C as referências apresentaram-se mais vitrificadas do que o revestimento experimental obtido neste trabalho. Além disso, nesta temperatura de queima não pôde-se observar diferenças significativas das composições das fritas nos aspectos dos revestimentos, como também os dois pigmentos utilizados não apresentaram diferenças significativas na cor dos revestimentos. Baseado neste resultado as peças foram queimadas em uma temperatura mais elevada (1100°C) para observar se os revestimentos apresentariam um aspecto vítreo mais próximo ao das referências, Figura 6. Verificou-se que ao elevar-se a temperatura de queima para 1100°C, todos os revestimentos apresentaram-se mais vítreos e os valores de b* para os revestimentos com 0,6% de pigmento, composto de óxido de cério e ítrio, foram maiores nos três revestimentos, sendo que o revestimento B2 (ver tabela V) apresentou os valores mais próximos do revestimento da referência comercial 3. Em contrapartida, para os revestimentos obtidos com 1% de pigmentos de uma mistura de óxidos de ítrio, titânio e antimônio, os valores de b* foram menores e também a composição da frita não influenciou na cor observada.

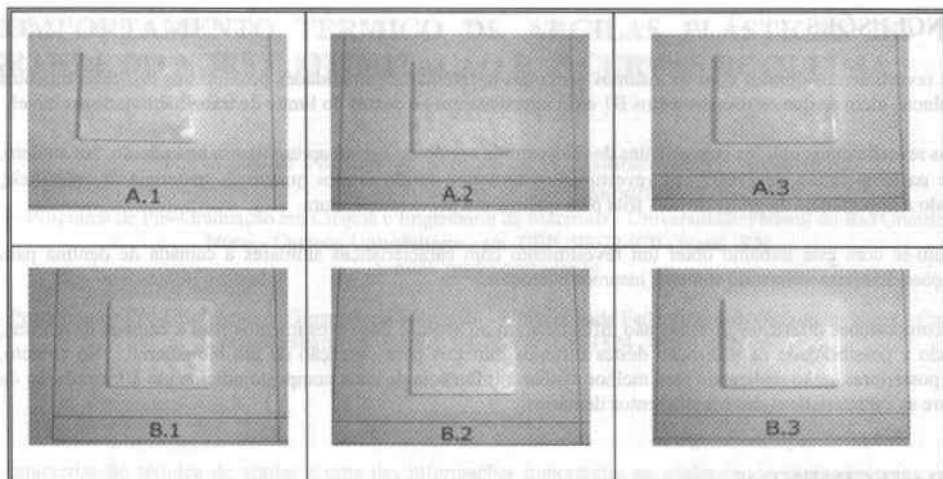


Figura 6 - Fotos dos revestimentos cerâmicos queimados na temperatura de 1100°C.

A tolerância instrumental é estabelecida em função dos limites de tolerância da visão humana, que deve ser traduzida em termos de (ΔE^*) . Em relação a que valores adotam para cada revestimento cerâmico, tem-se reduzido as tolerâncias fixadas, minimizando as diferenças encontradas e melhorando a uniformidade cromática do produto. Para este parâmetro, a diferença entre duas cores, definida como ΔE^* , é calculada através da equação 1.

$$(\Delta E^*) = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad (1)$$

$$\Delta L^* = (L^*_p - L^*_A)$$

$$\Delta a^* = (a^*_p - a^*_A)$$

$$\Delta b^* = (b^*_p - b^*_A)$$

O valor de ΔE^* do revestimento B1 foi de 0,76 e do revestimento B3 foi de 0,58 (utilizando o revestimento de referência 3 para realização dos cálculos) e como geralmente adotam-se valores de ΔE^* num intervalo de 0,5 a 0,7 pela CIELAB, ou em um limite de trabalhabilidade aceitável de $\Delta E^* \leq 1$, os resultados quanto às cores foram satisfatórios para dois revestimentos obtidos com insumos totalmente nacional.

Tabela V – Cores dos revestimentos a 1100°C.

| AMOSTRA | L | A | B |
|-----------------|-------|-------|-------|
| Revestimento A1 | 89,30 | -0,83 | 11,72 |
| Revestimento A2 | 90,32 | -2,05 | 13,17 |
| Revestimento A3 | 90,38 | -1,71 | 10,00 |
| Revestimento B1 | 92,79 | -0,83 | 5,42 |
| Revestimento B2 | 92,68 | -1,86 | 8,48 |
| Revestimento B3 | 92,77 | -1,14 | 5,48 |

4. CONCLUSÕES

Os seis revestimentos obtidos com os insumos nacionais apresentaram tonalidades próximas às dos revestimentos de referência, além de que os revestimentos B1 e B3 apresentaram-se dentro do limite de trabalhabilidade aceitável.

Todos os revestimentos obtidos com as fritas de feldspato da região do Seridó apresentaram boa adesão. No entanto, somente na temperatura de 1100°C os revestimentos tornaram-se tão vítreos quanto os materiais de referência, mostrando a importância de produzir uma frita para queima em baixa temperatura.

Conseguiu-se com este trabalho obter um revestimento com características similares à camada de dentina para restaurações dentárias utilizando somente insumos nacionais.

As três composições diferentes de fritas não influenciaram no aspecto dos revestimentos para a camada de dentina, mostrando a possibilidade da utilização destes insumos minerais para obtenção de um biomaterial. No entanto, estudos posteriores serão realizados para melhor avaliar a influência de cada composto adicionado à formulação da frita sobre as características dos revestimentos dentários.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq e a FAPERJ pelo apoio financeiro (PRONEX) e ao CETEM e PEMM/COPPE/UFRJ pela estrutura laboratorial na realização deste trabalho.

6. REFERENCIAS

Douglas, R. D. e Brewer, J. D. Variability of porcelain color reproduction by commercial laboratories. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, p. 339-346, 2003.

Guazzato, M., Albakry, M., Quach, L., Swain, M. V. Influence of surface and heat treatments on the flexural strength of a glass-infiltrated alumina/zirconia-reinforced dental ceramic. *Dental Materials*, 21, p. 454-463, 2005.

Isgro G., Kleverlaan, C. J., Wang, H., Feilzer, A. J. The influence of multiple firing on thermal contraction of ceramic materials used for the fabrication of layered all-ceramic dental restorations. *Dental Ceramic*, 21, p. 557-564, 2005.

Machado, P. P., Hotza, D., Petter, C. e Bergmann, C. P. Controle de Qualidade para Revestimentos Cerâmicos através da Análise Colorimétrica de Superfície Vidrada Monocromática. *Cerâmica Industrial*, 2, p. 51-55, 1997.

Melchades, F. G. e Boschi, A. O. Cores e Tonalidades em Revestimentos Cerâmicos. *Cerâmica Industrial*, 4, p. 11-18, 1999.

Wee, A. G., Chen, W., Johnston, W. M. Color formulation and reproduction of opaque dental ceramic. *Dental Materials*, 21, p. 665-670, 2005.

Wildgoose, D. G., Johnson, A., Winstanley, R. B. Glass/Ceramic/refractory techniques, their development and introduction into dentistry: A historical literature review. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 91/2, p. 136-143, 2004.