

DESENVOLVIMENTO DE ESMALTES ESPECIAIS A PARTIR DE RESÍDUOS DE VIDRO PARA APLICAÇÃO EM CERÂMICA ARTÍSTICA

Marcel Dal Bó¹, Naiane Machado Mariano¹, André Sorato Fragnani², Jéssica Marcineiro da Silva³, João Vitor Antunes Lapoli⁴, Grazielle Vefago Boaventura Possenti⁵, Ana Paula Figueiredo⁶

¹Instituto Federal de Santa Catarina/Professor/IFSC/marcelo.dalbo@ifsc.edu.br

²⁻⁴Instituto Federal de Santa Catarina/Estudante/IFSC/andrefrag08@gmail.com

⁵⁻⁶Instituto Federal de Santa Catarina/TAE/IFSC/quimica.tec.cri@ifsc.edu.br

Resumo: Este trabalho apresenta uma abordagem sustentável para a produção de esmaltes cerâmicos com características iridescentes e/ou metálicas utilizando resíduos de diferentes tipos de vidro, como garrafa, janela e pote. Os esmaltes cerâmicos são a camada superior vítrea e impermeável de vários produtos como pisos, azulejos e porcelanatos, além de muitos produtos de cerâmica artística. Atualmente grande parte dos resíduos de vidro é descartada em aterros sanitários causando danos ao meio ambiente. Os resíduos foram coletados na região de Criciúma - SC, triturados em moinho de bolas para serem incorporados nas formulações dos esmaltes. As formulações dos esmaltes foram moídas em moinho planetário e aplicadas em peças de cerâmica artística, estas por sua vez foram sinterizadas entre 1000 a 1250°C visando atender todas as características técnicas e estéticas necessárias para as peças de cerâmica artística. Os resultados mostraram texturas e características diferenciadas nos esmaltes usando até 5% de resíduo de vidro, auxiliando desta forma também o meio ambiente.

Palavras-Chave: esmalte cerâmico, resíduo de vidro, cerâmica artística.

1 INTRODUÇÃO

A indústria cerâmica no Brasil vem se tornando protagonista no mercado mundial de materiais cerâmicos, portanto desenvolver maneiras para melhorar a produção de esmaltes tornou-se essencial assim como desenvolver esmaltes com um melhor acabamento (ANFACER, 2016).

As fritas cerâmicas são materiais de natureza vítrea, preparadas por fusão (em torno de 1500°C) sendo resfriadas instantaneamente em ar ou água (SÁNCHEZ, 1997). Estas são fabricadas a partir de uma mistura de matérias-primas como o quartzo, argilas, feldspatos, entre outras. No Brasil a utilização das fritas vem sendo empregada na produção de esmaltes cerâmicos com o intuito de permitir uma maior uniformidade no vidrado, reduzindo o aparecimento de defeitos e oferecendo ao produto um melhor acabamento, isto é, uma textura superficial mais lisa, com aspecto brilhante ou mate e impermeável. (FERNANDES NAVARRO, 2003; ZANATTA et al., 2013).

Os esmaltes cerâmicos, também conhecidos como vidrados, são utilizados para o revestimentos da superfície expostas de materiais cerâmicos. Sua estrutura pode ser vítrea ou vitrocrystalina. Possuem característica estética, importantes na área da cerâmica artística. As matérias-primas utilizadas para fazer um esmalte geralmente são a frita cerâmica e caulim, porém, para a fabricação de esmaltes iridescentes e/ou metalizados é necessário adicionar outros metais com Manganês, Cobalto, Níquel, Cromo

e adição de corantes (SÁNCHESES, 1997). Cada composto adicionado irá determinar a cor, o brilho, a textura, a expansão térmica e o ponto de fusão do vidro.

De acordo com Sánches (1997) as matérias-primas fundentes mais importantes utilizadas na formulação dos esmaltes são as fritas. O outro grupo de matérias-primas incluem os feldspatos, a nefelina syenite, o quartzo (SiO_2), e a calcita (CaCO_3), que conferem fundência aos vidrados.

O efeito mate produzido na superfície de alguns vidrados cerâmicos tem sua origem na rugosidade desta superfície, não observada a olho nu, mas suficiente para promover múltiplas reflexões da luz incidente e, com isso, perda de brilho.

Segundo Sánches (1997) a matéria-prima normalmente utilizada para matificar é a alumina (Al_2O_3) por não ser solúvel na fase vítrea, matéria-prima muito refratária que dissolve-se apenas durante a queima do esmalte (SÁNCHESES, 1997).

O talco ($3\text{MgO}\cdot 4\text{SiO}_2$) é uma das fontes de magnésio e é considerado um fundente em temperaturas acima de 1200°C provocando a cristalização e aspectos mates nos esmaltes de alta temperatura.

Outro material utilizado é o caulim, com a finalidade de evitar a sedimentação das partículas suspensas na água. Este efeito se produz como uma consequência do pequeno tamanho médio das partículas (SÁNCHESES, 1997).

Além do caulim, são empregadas com a mesma finalidade diferentes tipos de argilas brancas ou bentonitas. A argila é uma fonte de alumina e sílica para massa e esmaltes cerâmicos. A Bentonita é uma argila que possui alta plasticidade e em esmaltes é usada para evitar a sedimentação (CHAVARRIA et al., 1999; PRACIDELLI, 2008).

Carbonato de lítio e espodumênio são materiais fundentes que podem provocar a devitrificação de fases cristalinas de baixo coeficiente de dilatação (SÁNCHESES, 1997). No mesmo sentido, o carbonato de bário atua como fundente aumentando o brilho do vidro final.

Segundo Moreno (1996) para colorir os esmaltes cerâmicos pode-se usar óxidos metálicos. São muito usados nos esmaltes cerâmicos os óxidos de ferro, cobalto, cromo, níquel, dentre outros tais como:

- O dióxido de manganês (MnO_2) produz um tom marrom (em oxidação).
- O dióxido de titânio (TiO_2), além de poder ser usado como opacificante, produz tonalidade de creme/branco. Geralmente aparece presente como rutilo.
- O óxido de cobre (CuO) em oxidação, produz ampla faixa de tons de verde. Com bases pode-se obter azul turquesa.

- O óxido de Ferro é um dos principais corantes utilizados em cerâmica. Apresenta-se sob duas formas, o óxido de ferro III (Fe_2O_3) e óxido de ferro II (FeO) (MORENO, 1996).
- O óxido de zinco (ZnO) é um matificante e fundente secundário. Possibilita o crescimento de cristais na superfície.

O esmalte cerâmico possui diversas finalidades, como a impermeabilização da peça, aumento da resistência e melhor acabamento estético, além de facilitar a limpeza. Este produto, conhecido como vidrado, quando comparado a outras matérias-primas como, por exemplo, argila, quartzo e outros apresenta um alto valor agregado (SÁNCHEZ, 1997). Devido a este motivo o vidrado vem se tornando alvo de pesquisas relacionadas a materiais cerâmicos. Este trabalho objetiva estudar o desenvolvimento de esmaltes destinados à cerâmica artística com a utilização de resíduo de vidro, visando obter um esmalte com características estéticas exclusivas e diferenciadas.

2 METODOLOGIA

Para a formulação dos esmaltes foram utilizadas três tipos de amostras de resíduo de vidro, sendo elas o vidro de janela, pote e de garrafa. Os vidros foram coletados na região de Criciúma/SC, triturados em moinho de bolas e misturados em uma proporção igualitária de 33,3% cada.

Como matérias-primas complementares para a formulação dos esmaltes foram utilizadas a calcita, feldspato potássico, caulim, quartzo, nefelina syenite, Talco, Argila branca e argila vermelha, Filito, Carbonato de Cobre, Rutilo, Bentonita, Ulexita, Dióxido de manganês, Óxido de manganês, Óxido de níquel, Óxido de zinco, Carbonato de cobalto, Óxido de ferro vermelho, CMC, HMF, Frita transparente, Frita A e Resíduo de vidro.

Foram coletadas 03 (três) tipos de amostras (Resíduo de janela, pote e garrafa) na FUMAF (Fundação Municipal do Meio Ambiente) – Morro da Fumaça e na Vidraçaria H De lucca – Siderópolis.

As amostras foram limpas e submetidas a um ciclo de moagem a seco em moinhos de bola. Após moagem as amostras foram submetidas a um beneficiamento em peneira visando padronizar o tamanho das partículas presentes.

Os corpos de prova foram obtidos em parceria com “O Núcleo de Cerâmica Artística Olaria das Artes” de Morro da Fumaça – Santa Catarina. Os esmaltes foram aplicados através de imersão, em seguida as amostras foram secas em estufa a 110°C durante 24 h. As peças foram então submetidas a queima em forno mufla (FLYEVEVER –

FE50RPN) entre 1000 a 1100°C, estas temperaturas são indicadas através do cone pirométrico descrito na Tabela 1.

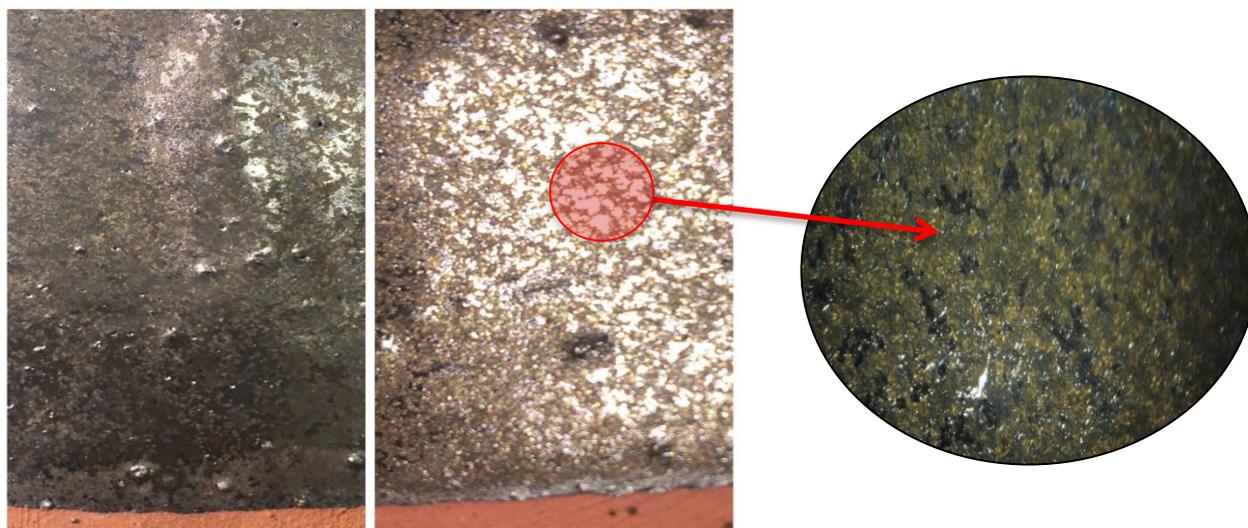
Tabela 01 – Descrição da composição química em massa (%) dos esmaltes e temperatura de queima.

Matéria-prima/Esmaltes	A (Cone 7)	B (Cone 6)	C (Cone 6)	D (Cone 7)	E (Cone 7)
Argila				20	
Bentonita			2,2		3
Carbonato de Cálcio			3	10	
Carbonato de Cobalto			1		
Carbonato de Cobre	5				
Carbonato de Cobre				3	
Carbonato de Manganês		30			
Caulim	1		5,5		
Dióxido de Manganês	25,2				
Fe ₂ O ₃			2		
Feldspato Potássico	30			20	
Filito	6,8				
Frita X		10			45
Nefelina Syenite	27	60	40		
Quartzo			18	18	19
Resíduo de vidro	5	2	5	5	5
Talco			1		
TiO ₂			3,5	4	8
Ulexita			20	20	
ZnO					25

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com Figura 1 e a Figura 2 pode-se observar que a adição do óxido de manganês na formulação produz efeitos metálicos, além de promover texturas uniformes em um resfriamento mais rápido e formação de cristais em ciclos de resfriamento mais lentos, apresentando aspectos iridescentes.

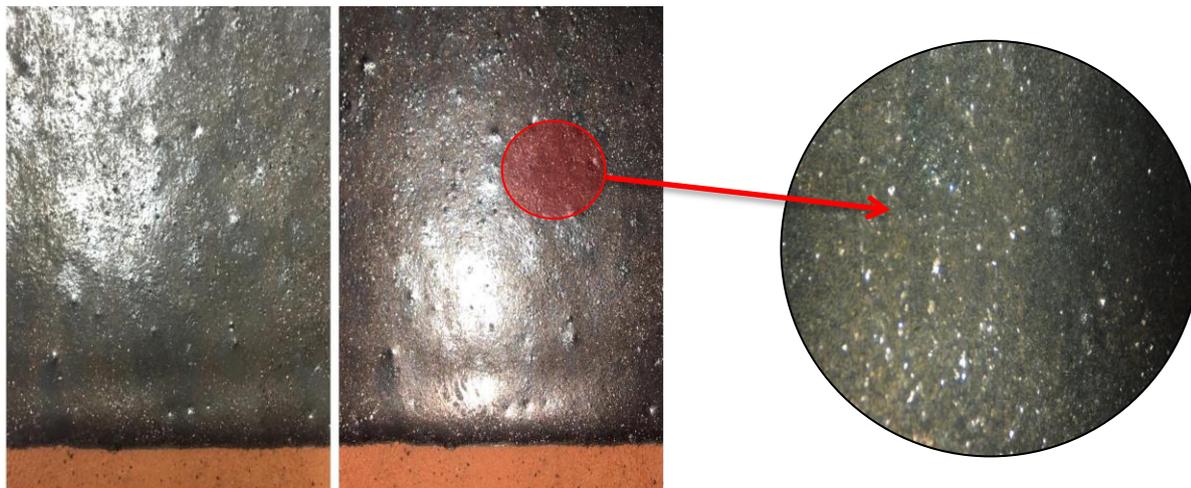
Figura 1 – Esmalte A e micrografia (zoom 0,7) do Esmalte A.



A adição de Ulexita à formulação torna o esmalte altamente fundente, produzindo vidrados a uma temperatura entre 1000°C e 1100°C com uma característica opaca. Estas

características podem ser destacadas na Figura 3. Através de um resfriamento lento obteve-se a formação de cristais.

Figura 2 – Esmalte B e micrografia (zoom 0,7) do Esmalte B.



A adição de Ulexita a formulação torna o esmalte altamente fundente, produzindo vidrados a uma temperatura entre 1000°C e 1100°C com baixa viscosidade e alto escorrimento. Estas características podem ser destacadas nas Figuras 3 e 4.

Figura 3 – Esmalte C e micrografia (zoom 0,7) do Esmalte C.

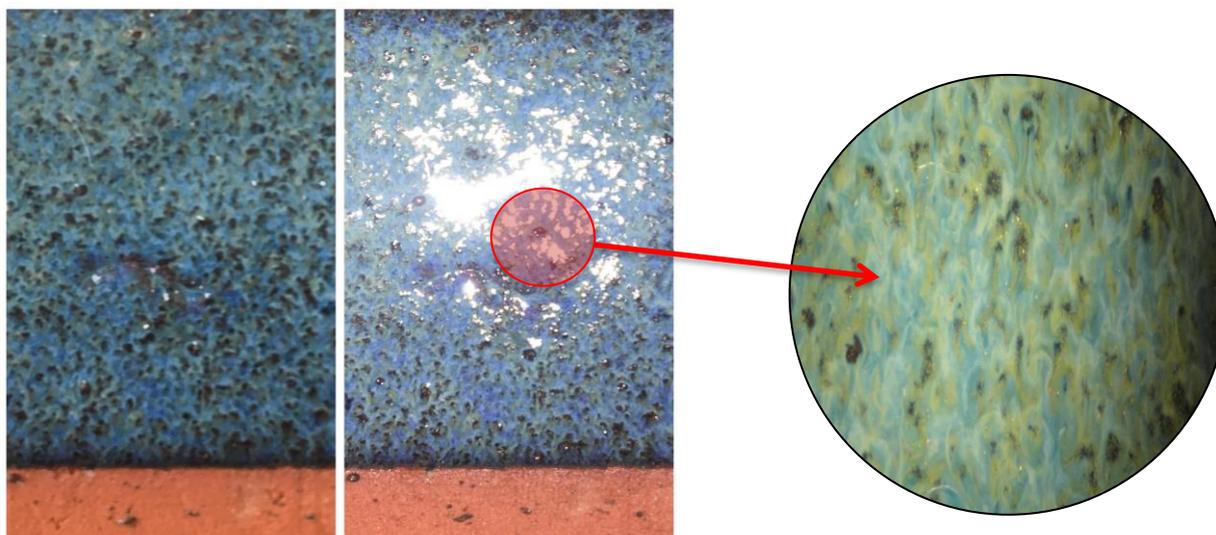
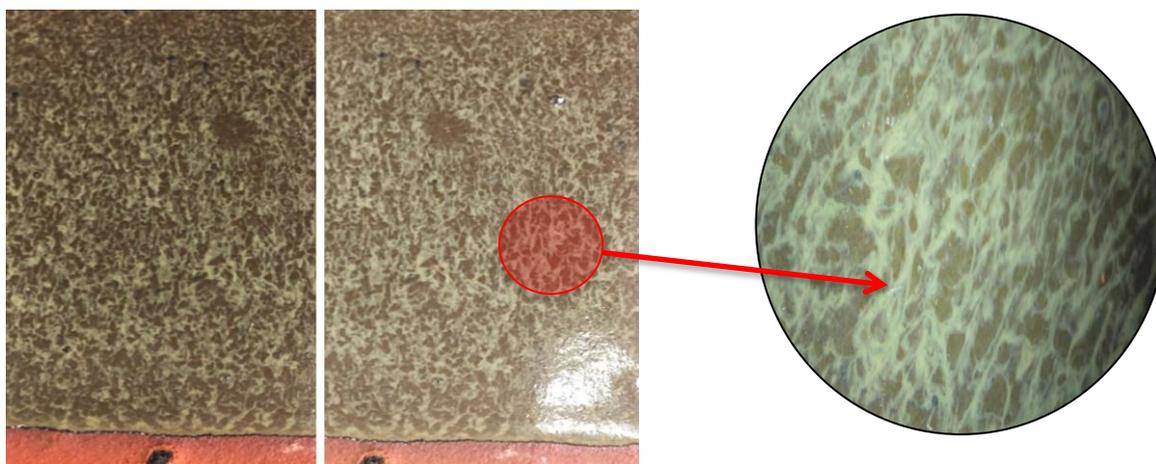
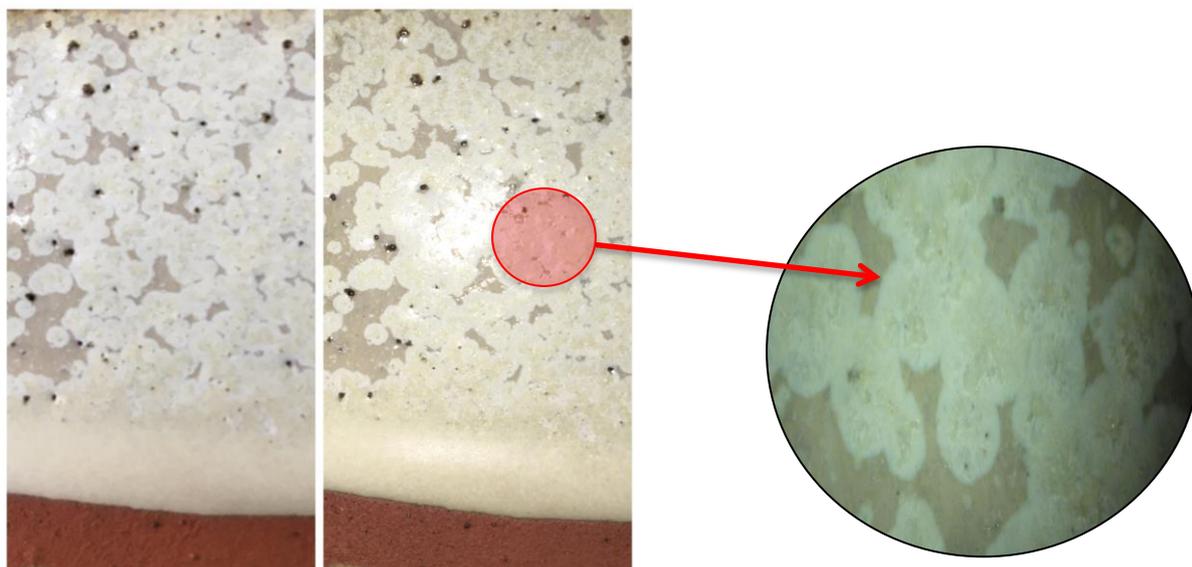


Figura 4 – Esmalte D e micrografia (zoom 0,7) do Esmalte D.



A adição de óxido de níquel coloriu o esmalte, deixando um aspecto marrom esverdeado observado no na figura 4.



A adição do óxido de titânio (Rutilo), que é considerado um opacificante, levou a tonalidade amarelada ao vidrado. A formação de cristais em deu-se devido os ciclos de resfriamento mais lentos.

A adição de quartzo nas formulações promoveu um maior aspecto semi brilhante, característica vinculada a um formador de rede vítrea, como é o caso da Sílica. As adições de Feldspato promoveram brilho, característica vinculada à propriedade de fundência dos feldspatos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados mostraram que a incorporação de até 5% de resíduo de vidro nos esmaltes cerâmicos não afetava suas características técnicas e estéticas. Amostras

com incorporações de até 12,5% em peso do vidro tiveram efeitos deletérios, tais como branqueamento, presença de rachaduras e falta de acoplamento do esmalte à peça. Portanto, a quantidade de resíduo adicionado às formulações estudadas para se obter resultados aceitáveis ficou entre 5% e 6% de resíduos de vidro.

Dentre os óxidos usados os que mais se se destacou foi o óxido de manganês. Sua aplicação produz cores mais brilhantes e em resfriamento lento produz cristais metalizados.

AGRADECIMENTOS

Os autores deste trabalho agradecem ao CNPQ e ao IFSC.

REFERÊNCIAS

ANFACER. Relatório de atividades 2014/2016. 2016. Disponível em: < <http://www.exporevestir.com.br/transf/Relat%C3%B3rio%20de%20Atividades%202014-2016.pdf> >. Acesso em: 21/01/2018.

CHAVARRIA, J.; CANDEIAS, C. **Esmaltes**. 1999. ISBN 9723314088.

FERNANDES NAVARRO, J. M. **El Vidrio**. 3rd. Madrid, Spain: CSIC, 2003. ISBN 9788400081584.

MORENO, A.; Negre, F. “**Materias Primas más Relevantes Utilizadas en la Preparación de Esmaltes y Engobes Cerámicos**”. In: I Jornadas sobre Materias Primas de la Industria Cerámica (2a Parte). Castellón: Asociación Española de Técnicos Cerámicos, 1996.

PRACIDELLI, S. **Estudo dos Esmaltes Cerâmicos e Engobes**. Cerâmica Industrial, v. 13, n. 1/2, p. 8-20, 2008.

SÁNCHEZ, E. **Matérias-Primas para a Fabricação de Fritas e Esmaltes Cerâmicos**. Cerâmica Industrial, v. 2, n. 3/4, p. 32-40, 1997.

SÁNCHEZ, E.; Enrique, J.E. “**Materias Primas Empleadas en la Elaboración de Fritas Cerámicas**”. In: I Jornadas sobre Materias Primas de la Industria Cerámica (2a Parte). Castellón: Asociación Española de Técnicos Cerámicos, 1996.

ZANATTA, L. O. D. S.; NANDI, V. D. S. **Estudo da utilização de resíduo sólido proveniente do processo de fabricação de fritas para a produção de esmaltes cerâmicos**. 2013. Tecnologia em Cerâmica e Vidro, UNESC, Criciúma.