

ESTUDO DAS VARIÁVEIS QUE PODEM INFLUENCIAR NA RESISTÊNCIA AO ATAQUE QUÍMICO DOS ESMALTES MATES ACETINADOS.

Cleiton da Silva^{1,2}; Claudio de Oliveira Modesto¹, Maykon Cargnin¹, Diego Guollo²

1 – Instituto Maximiliano Gaidzinski.

Colégio Maximiliano Gaidzinski

Rua Dr. Edson Gaidzinski, 352, Cocal do Sul (SC)

maykon.cargnin@imgnet.org.br

2 – Eliane S/A Revestimentos Cerâmicos.

RESUMO

Os revestimentos cerâmicos de características mate acetinados têm ocupado comercialmente cada vez mais espaço no mercado consumidor. Porém, a maior deficiência desta tipologia de produto é a susceptibilidade ao ataque químico. Este estudo tem como objetivo verificar a influência de algumas variáveis de processo e a influência das matérias-primas na resistência química dos esmaltes mates. Um esmalte mate previamente modificado foi utilizado para que se tornasse mais sensível quimicamente às alterações de processamento. Os resultados demonstraram que para a influência das variações do resíduo de moagem, da espessura da camada de esmalte e do volume de agentes químicos agressivos utilizados no ataque não promoveram alterações na superfície esmaltada apresentadas nas condições padrões. O aumento da temperatura de queima apresentou uma influência positiva na resistência química dos esmaltes mates. As matérias-primas que mais contribuíram para um aumento da resistência química de esmaltes mates foram aquelas que, além de fornecerem um óxido alcalino ou alcalino terroso, aportavam também o SiO₂, indicando a importância do silício na resistência química dos vidrados obtidos.

Palavras-chave: resistência ao ataque químico, esmaltes mates, variáveis de processo, matérias-primas.

INTRODUÇÃO

Os revestimentos cerâmicos classificados como mates acetinados, têm encontrado cada vez mais aceitação no mercado interno brasileiro, comumente dominado pelos revestimentos brilhantes⁽¹⁾. Como o próprio nome já diz, mate que significa; embaciado, fosco e acetinado que significa; macio e lustroso como o cetim, ou seja, um revestimento com pouco brilho e textura que lembra cetim.

Os esmaltes mates acetinados apresentam textura e brilho típicos, que os diferenciam dos mates tradicionais. A baixa rugosidade superficial é a principal característica deste tipo de produto. Porém, os esmaltes mates acetinados apresentam alta sensibilidade ao ataque químico, especialmente em relação aos reagentes ácidos⁽¹⁾.

Os esmaltes mates se caracterizam pelo desenvolvimento de fases cristalinas formadas durante o tratamento térmico. O produto acabado é então constituído de três fases, uma cristalina formada por pequenos cristais, uma matriz vítrea onde as fases cristalinas ficam dispersas, e outra fase que é constituída da interface entre a matriz vítrea e os cristais nela dispersos. A interface vidro-cristal deve ser entendida como uma fase vítrea, que apresenta composição química diferente da matriz vítrea em virtude do processo de cristalização ocorrido na vizinhança. Nesta interface a composição química difere da fase vítrea, pois alguns elementos químicos presentes na fase vítrea são seletivamente utilizados para a formação dos cristais, causando um empobrecimento desses elementos na interface dos cristais. Como a maioria dos cristais formados são silicatos, tem-se então, um empobrecimento de quartzo entre o cristal e a fase vítrea, tornando-os mais susceptíveis ao ataque de ácidos, enquanto uma interface rica em formadores de rede são facilmente atacados por álcalis^(1,2,4). É importante ressaltar que os cristais nessa tipologia podem ser obtidos de duas formas distintas, pela formação de cristais a partir da matriz vítrea durante o tratamento térmico, ou através da adição de fases cristalinas já na formulação do esmalte. Por

isso, muitas vezes são encontrados cristais de quartzo, silicato de zircônio, feldspatos e nefelinas nos esmaltes queimados^(2,4).

Tomando-se trabalhos publicados a respeito da influência das fases cristalinas sobre a resistência ao ataque químico de esmaltes mates^(2,3), este estudo analisou a influência das variáveis de processo, como resíduo de moagem do esmalte, camada de aplicação do esmalte sobre a placa cerâmica e a temperatura de queima⁽³⁾, a influência da quantidade de reagente químico aplicado sobre a superfície esmaltada e a influência de cada tipo de matéria-prima. Estas variáveis foram testadas em um esmalte mate acetinado elaborado em laboratório, a fim de que se torna-se sensível ao ataque dos reagentes químicos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Uma formulação de esmalte mate acetinado em uso industrial foi reformulado retirando-se o quartzo do esmalte, para que este ficasse mais sensível ao ataque de reagentes químicos e as variações do processo. A Tabela 1 apresenta a formulação original do esmalte mate acetinado (Esmalte STD) e o esmalte elaborado em laboratório (Esmalte CS) que foi utilizado neste estudo.

Tabela 1. Formulação dos esmaltes STD e CS.

Matérias-primas	Esmalte STD (%)	Esmalte C.S (%)
Óxido de zinco	1,0	1,0
Coríndon	2,0	2,0
Frita 02	9,0	9,0
Frita 01	60,5	64,5
Nefelina	14,0	14,0
Caulim	9,0	9,0
Quartzo	4,0	-
Aditivos	0,5	0,5

Todos os esmaltes foram preparados em moinhos de porcelana de 1000 mL de capacidade, tendo como massa de sólidos 200 g seca e 75 mL de água. O tempo de moagem foi de 15 minutos, tendo como resíduo de moagem na malha 325 mesh, o valor de 1,3% em massa seca, para os testes que não sofreram variação do resíduo de

moagem. Depois da moagem do esmalte, foi adicionado ao mesmo uma quantidade de 0,75%, em peso úmido, de corante caramelo para facilitar a visualização do ataque químico. O corante era disperso no esmalte com ajuda de um agitador mecânico. Para a elaboração das formulações dos esmaltes foi utilizada uma balança digital com resolução de 0,01g e uma outra balança digital de resolução de 0,0001g para os aditivos e corantes. As aplicações dos esmaltes foram realizadas sobre placas cerâmicas já engobadas utilizando um binil, previamente calibrado por empresa certificada, com espessura de camada de 0,3 mm. As placas cerâmicas esmaltadas foram queimadas sempre numa mesma posição em forno a rolo industrial, a fim de evitar variações de queima.

Para realizar o ataque químico nas placas cerâmicas queimadas, foram utilizados seis reagentes químicos: ácido cítrico 100g/L, ácido clorídrico 18%, ácido láctico 5%, ácido fosfórico 10%, ácido sulfônico 100g/L e hidróxido de potássio 100g/L. O tempo de exposição das placas cerâmicas nestes reagentes químicos foi de 24 horas. A classificação do ataque químico nas placas cerâmicas foi a utilizada pela norma NBR 13818 e foram avaliadas sempre pela mesma pessoa. A fim de complementar esta classificação foi criada uma classe intermediária as classes B e C, ficando assim definida: A (não afetou), B (afetou levemente e não impregnou na aplicação do grafite), C2 (afetou levemente e impregnou na aplicação do grafite) e C (houve corrosão da área exposta).

INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS DE PROCESSO

Para verificar a influência da camada de esmalte sobre o resultado do ataque químico foram aplicadas com binil, devidamente calibrado, as camadas de esmalte de 0,2 mm, 0,4 mm e 0,6 mm, sendo uma placa cerâmica para cada camada. As placas cerâmicas foram queimadas nas filas do centro do forno a rolo e em seguida foram avaliadas sua resistência química.

A influência do resíduo de moagem do esmalte mate acetinado sobre a resistência ao ataque químico da superfície esmaltada foi avaliada através da moagem em moinho de 1000 mL de capacidade, obtendo os resíduos de moagem na malha 325 mesh de 6,05%, 3,38%, 1,56%, 1,06% e 0,69%. Estes esmaltes foram aplicados por

binil calibrado em placas cerâmicas já engobadas, queimadas nas mesmas condições da variação de camada de esmalte e atacadas quimicamente.

A influência da quantidade de reagente químico utilizada no ensaio foi verificada com a utilização dos ácidos láctico 5% e sulfônico 100g/L, pois em resultados anteriores apresentaram como os mais agressivos. Foram utilizados os volume de 5 mL, 10 mL e 20 mL em placas cerâmicas esmaltadas, por binil calibrado, com o esmalte CS e queimadas em forno a rolo industrial nas filas centrais.

A influência da temperatura de queima foi avaliada com placas cerâmicas esmaltadas por binil calibrado e foram queimadas nas temperaturas de 1165°C, com ciclo de queima de 46 minutos, e 1152°C, com ciclo de 43 minutos. Em seguida as placas cerâmicas foram submetidas ao ensaio de resistência ao ataque químico.

INFLUÊNCIA DO TIPO DE MATÉRIA-PRIMA

A influência do tipo de matéria-prima foi avaliada dividindo-as em cinco grandes grupos definidos como as matérias-primas doadoras de sílica (SiO_2), as doadoras de óxido de magnésio (MgO), as doadoras de óxido de lítio (Li_2O), as doadoras de óxido de cálcio (CaO) e as doadoras de óxidos de sódio e potássio (Na_2O e K_2O). Os testes com diferentes matérias-primas se resumem na adição de uma dada matéria-prima de um grupo na formulação padrão, sem que a característica mate acetinada do esmalte fosse perdida, ou seja, foram realizadas alterações nas concentrações dos materiais que já faziam parte da formulação para compensar a maior refratariedade ou fundência da matéria-prima inserida. As matérias-primas utilizadas nesta etapa do trabalho estão apresentadas na Tabela 2, sendo divididas conforme seu respectivo óxido doador. Todas as condições de preparação dos esmaltes, aplicação, queima e ataque químico já foram citadas no início deste capítulo.

Tabela 2 – Matérias-primas utilizadas no estudo.

Grupos	Matérias-Primas
Doadoras de sílica (SiO ₂)	Quartzo #200, Quartzo #325, Quartzo #500 e Ácido Silícico.
Doadoras de óxido de magnésio (MgO)	Óxido de Magnésio e Talco.
Doadoras de óxido de lítio (Li ₂ O)	Feldspato Lítico e Carbonato de Lítio.
Doadoras de óxido de cálcio (CaO)	Wollastonita e Dolomita.
Doadoras de óxidos de sódio e potássio (Na ₂ O e K ₂ O)	Albita e Feldspato Potássico.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS DE PROCESSO

Os resultados da influência da camada de esmalte mate acetinado na resistência ao ataque químico estão apresentados na Tabela 3. Com base nas análises dos testes realizados, verifica-se que a camada não influi de forma significativa na classificação das peças quanto à resistência química. Entretanto, pode-se perceber que quanto mais espessa a camada de esmalte, mais destacada torna-se sua tonalidade, sendo assim a diferença entre a parte atacada e a não atacada torna-se mais nítida. Por isso, uma classificação em C2 na camada de 0,2 mm, ocorre pelo fato da dificuldade de visualização do ataque, pois as peças com menor camada tendem a ser mais claras.

Tabela 3 – Resistência ao ataque químico do Esmalte CS com diferentes camadas.

Reagentes	Espessura da Camada de Esmalte		
	0,2 mm	0,4 mm	0,6 mm
Ácido Cítrico 100g/L	C	C	C
Ácido Clorídrico 18%	C	C	C
Ácido Láctico 5%	C	C	C
Ácido Fosfórico 10%	C	C	C
Ácido Sulfônico 100g/L	C2	C	C
Hidróxido de Potássio 100g/L	B	B	B

A Tabela 4 apresenta as classificações da resistência ao ataque químico dos esmaltes mates acetinados com diferentes resíduos de moagem. Percebe-se que não houve relevância quanto à influência dos resíduos de moagem na resistência química dos vidrados, pelo menos no que diz respeito aos percentuais entre 6,05% e 0,69% na malha 325 mesh. Entretanto, nota-se apenas um leve aumento no brilho dos esmaltes, devido a maior reatividade com o resíduo de 0,69%.

Tabela 4 – Resistência ao ataque químico do Esmalte CS com diferentes resíduos de moagem.

Reagentes	Resíduo de moagem				
	6,05%	3,38%	1,56%	1,06%	0,69%
Ácido Cítrico 100g/L	C	C	C	C	C
Ácido Clorídrico 18%	C	C	C	C	C
Ácido Láctico 5%	C	C	C	C	C
Ácido Fosfórico 10%	C2	C2	C2	C2	C
Ácido Sulfônico 100g/L	C2	C2	C2	C2	C2
Hidróxido de Potássio 100g/L	B	B	B	B	B

A quantidade de reagente químico utilizado no ensaio de determinação da resistência ao ataque químico dos esmaltes mates acetinados não influencia na classificação dos resultados, conforme apresentado pela Tabela 5. Logo, em 24 horas de ataque, os volumes entre 5 e 20 mL, não afetam a intensidade do ataque químico sobre o vidrado resultante, pois a quantidade de material lixiviado da superfície do vidrado é muito pequena.

Tabela 5 – Resistência ao ataque químico do Esmalte CS com diferentes quantidades dos reagentes químicos selecionados.

Volumes dos reagentes	Reagentes Ácidos	
	Ácido láctico (5%)	Ácido sulfônico (100g/L)
5 mL	C	C
10 mL	C	C
20 mL	C	C

A temperatura de queima demonstrou ser a variável de processo que interfere de maneira significativa na resistência ao ataque químico dos esmaltes mates acetinados. A Tabela 6 apresenta os resultados das classificações obtidas pelo esmalte padrão e o esmalte CS, demonstrando que com um aumento de 13°C na temperatura de queima, a resistência química dos esmaltes aumentaram de maneira significativa, pois o esmalte padrão aumenta a sua resistência ao ataque de ácido clorídrico 18% de classe B para A e o esmalte CS aumenta sua resistência de classe C para B, devido a formação de uma maior quantidade de fase vítrea. Isto fica ainda mais evidente que a presença de quartzo na formulação do esmalte auxilia para resistência química do

mesmo. Assim torna-se importante um controle rigoroso sobre a temperatura de queima do esmalte mate acetinado.

Tabela 6 – Resistência ao ataque químico do Esmalte CS queimado em diferentes temperaturas.

Reagentes	Esmalte STD		Esmalte C.S	
	1165°C	1152°C	1165°C	1152°C
Ácido Cítrico 100g/L	B	C2	C2	C
Ácido Clorídrico 18%	A	B	B	C
Ácido Lático 5%	B	C2	B	C
Ácido Fosfórico 10%	A	C2	A	C
Ácido Sulfônico 100g/L	B	C2	B	C2
Hidróxido de Potássio 100g/L	A	B	A	B

INFLUÊNCIA DO TIPO DE MATÉRIA-PRIMA

O grupo das matérias-primas doadoras de sílica (SiO_2) aumentaram a resistência ao ataque químico dos esmaltes elaborados com estas matérias-primas, ou seja, para o ataque com ácido clorídrico 18%, o esmalte CS apresentou a classe C como resistência química, enquanto os esmaltes elaborados com as sílicas em malha 200 mesh, 325 mesh e o ácido silícico apresentam uma maior resistência química aos ácidos, classe B, demonstrando um aumento significativo, ou seja, tornando a interface entre o cristal e a fase vítrea rica em quartzo. Fica evidente a importância da presença de quartzo na formulação de esmaltes mates acetinados para assegurar uma melhora na resistência química dos mesmos. Já para o ataque com o hidróxido de potássio 100g/L não alterou o resultado do esmalte CS, o que comprova a resistência aos álcalis. A Tabela 7 apresenta os resultados para os demais reagentes químicos.

Tabela 7 – Resistência ao ataque químico pelas matérias-primas doadoras de sílica.

Reagentes	Esmalte CS	Matérias-primas doadoras de SiO ₂			
		# 200 4%	# 325 4%	# 500 4%	Ácido Silícico 4%
Ácido Cítrico 100g/L	C	B	B	C2	B
Ácido Clorídrico 18%	C	B	B	B	C2
Ácido Láctico 5%	C	C2	C2	C2	B
Ácido Fosfórico 10%	C	B	B	B	B
Ácido Sulfônico 100g/L	C	B	B	C2	B
Hidróxido de Potássio 100g/L	B	B	B	B	B

A influência do óxido de magnésio na resistência química do esmalte mate acetinado depende do tipo de matéria-prima doadora, pois ao adicionar o óxido puro na formulação este sequestrará a sílica da interface cristal-fase vítrea para formar o MgO.SiO₂, resultando numa interface mais susceptível ao ataque dos ácidos, conforme apresentado pela Tabela 8. Contudo o esmalte fia ainda mais resistente ao ataque de produtos alcalinos, como é o caso do hidróxido de potássio, onde resultou numa resistência química de classe A. Já para a matéria-prima que fornece tanto o MgO como o SiO₂, como é o caso do talco, faz com que a resistência química do esmalte seja aumentada para todos os tipos de reagentes químicos, ou seja, resistente ao ataque de ácidos e bases, obtendo resistência de classe B e classe A respectivamente. Assim o talco evita o empobrecimento da interface cristal-fase vítrea, pois já fornece cristais de silicato de magnésio ao esmalte.

Tabela 8 – Resistência ao ataque químico pelas matérias-primas doadoras de óxido de magnésio.

Reagentes	Esmalte CS	Matérias-primas doadoras de MgO.	
		MgO 5%	Talco 5%
Ácido Cítrico 100g/L	C	C	B
Ácido Clorídrico 18%	C2	C	B
Ácido Láctico 5%	C	C	B
Ácido Fosfórico 10%	C2	C	B
Ácido Sulfônico 100g/L	C	C	B
Hidróxido de Potássio 100g/L	B	A	A

A inserção de óxido de lítio através do seu carbonato não contribui para uma melhora da resistência química, pois a classificação continuou em C para todos os ácidos, devido ao mecanismo de sequestro de SiO₂ continuar ocorrendo para a formação dos respectivos silicatos, enfraquecendo assim a interface e tornando o esmalte susceptível ao ataque de produtos ácidos e B para a base. Ao adicionar o Li₂O através do feldspato lítico, há uma pequena melhora da resistência química para alguns ácidos, devido a incorporação mútua de SiO₂, evitando o consumo deste óxido da interface, mas de uma forma geral, pode-se dizer que o Li₂O não contribui para aumentar a resistência química dos esmaltes mates acetinados. Estes resultados estão apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 – Resistência ao ataque químico pelas matérias-primas doadoras de óxido de lítio.

Reagentes	Esmalte CS	Matérias-primas doadoras de Li ₂ O	
		Feldspato Lítico 14%	Li ₂ CO ₃ 2%
Ácido Cítrico 100g/L	C	C	C
Ácido Clorídrico 18%	C	B	C
Ácido Láctico 5%	C	C	C
Ácido Fosfórico 10%	C	C2	C
Ácido Sulfônico 100g/L	C	C	C
Hidróxido de Potássio 100g/L	B	B	B

Seguindo o mesmo raciocínio dos óxidos adicionados de forma pura a partir do seu respectivo carbonato, a adição do óxido de cálcio puro não contribuiu para o aumento da resistência química do esmalte, pois manteve na classe C para os ácidos. Já para a base houve uma melhora significativa na resistência química, pois passou a classificação de B para A, pois os cristais a base de cálcio são mais resistentes ao ataque das bases. Já a wollastonita, por ser um silicato de cálcio, contribuiu para um pequeno aumento da resistência química do esmalte, por fornecer o cristal já formado para a matriz vítrea. Estes resultados estão apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 – Resistência ao ataque químico pelas matérias-primas doadoras de óxido de cálcio.

Reagentes	Esmalte CS	Matérias-primas doadoras de CaO	
		Wollastonita 5%	Dolomita 5%
Ácido Cítrico 100g/L	C	C2	C
Ácido Clorídrico 18%	C	B	C
Ácido Láctico 5%	C	C2	C
Ácido Fosfórico 10%	C	C2	C
Ácido Sulfônico 100g/L	B	B	C
Hidróxido de Potássio 100g/L	B	A	A

Com base nas análises das matérias-primas doadoras de óxido de sódio e potássio, percebe-se um ganho na resistência química do vidro resultante. Isso ocorre, pois o feldspato e a albita são ricos em SiO_2 e Al_2O_3 , denominados formadores de rede, o que resultam em cristais resistentes ao ataque de reagentes químicos, mas sua contribuição é para o aumento na resistência ao ataque de produtos ácidos e mantém-se estável para o ataque de produtos básicos, conforme a Tabela 11. Sobre os óxidos de sódio e potássio, pode-se perceber que os cristais formados pelo K_2O são levemente mais resistentes do que os cristais formados pelo Na_2O .

Tabela 11 – Resistência ao ataque químico pelas matérias-primas doadoras de óxido de sódio e óxido de potássio.

Reagentes	Esmalte CS	Matérias-primas doadoras de Na_2O e K_2O	
		Albita 14%	Feldspato 13%
Ácido Cítrico 100g/L	C	C	B
Ácido Clorídrico 18%	C	B	B
Ácido Láctico 5%	C	C	C2
Ácido Fosfórico 10%	C2	B	B
Ácido Sulfônico 100g/L	B	B	B
Hidróxido de Potássio 100g/L	B	B	B

CONCLUSÕES

Este estudo demonstrou que algumas variáveis de processo influenciam na resistência química dos esmaltes mates acetinados frente aos agentes agressivos, mesmo sem alterar a composição geral do esmalte, e desta forma necessita-se fazer um controle rigoroso sobre estas variáveis. A camada de esmalte influencia no momento da avaliação do ataque químico, pois camadas mais finas dificultam a visualização da parte atacada para a não atacada, podendo alterar o resultado do ensaio. Assim como a temperatura de queima interfere significativamente no resultado da resistência ao ataque químico, pois para uma variação de $+13^\circ\text{C}$ já foi perceptível um ganho na classificação da resistência química, devido as alterações na composição, em termos de formação de cristais. Já para as variações de resíduo de moagem e quantidade de reagente químico utilizando no ensaio, os resultados mostram que não há alteração na resistência química dos esmaltes mates acetinados.

No que diz respeito aos diferentes grupos de matérias-primas utilizados, percebe-se a importância do SiO₂ na resistência química dos vidrados obtidos, pois em todos os grupos onde uma matéria-prima se destacava no aumento da resistência química, esta aportava ao esmalte, além do óxido estudado, acrescentava a matriz do esmalte o óxido de silício, auxiliando na formação de cristais mais resistentes ao ataque químico e não permitindo o sequestro de SiO₂ na interface cristal-fase vítrea.

REFERÊNCIAS

1 – REGO, B. T.; MELCHIADES, F. G.; ZAUBERAS, R. T.; BOSCHI, A. O. Resistência ao ataque químico dos esmaltes mates acetinados. Parte 1: características microestruturais de produtos comerciais.

Cerâmica industrial, v.11, n.4, p.13-16, 2006.

2 – REGO, B. T.; MELCHIADES, F. G.; ZAUBERAS, R. T.; BOSCHI, A. O. Resistência ao ataque químico dos esmaltes mates acetinados. Parte 2: alternativas para o desenvolvimento de esmaltes mates de alta resistência ao ataque químico.

Cerâmica industrial, v.11, n.5/6, p.17-20, 2006.

3 – ZANNINI, P. Investigação analítica sobre o ataque ácido e alcalino em superfícies cerâmicas esmaltadas.

Cerâmica industrial, v.11, n.1, p.12-17, 2006.

4 – ESCARDINO, A.; AMORÓS, J. L.; GONZALBO, A.; ORTS, M. J.; LUCAS, F.; BELDA, A. Interação entre camadas de esmalte durante a queima: resistência química dos vidrados resultantes.

Cerâmica industrial, v.7, n.5, p.7-19, 2002.

STUDY OF VARIABLES THAT CAN INFLUENCE THE RESISTANCE OF CHEMICAL ATTACK ON MATTE SATIN ENAMELS.

ABSTRACT

Ceramic tile which has matte satin features has been commercially occupying more and more space in the consumer market. However, the greatest shortcoming of this type of product is its susceptibility to chemical attack. This study aims to observe the influence of some process variables and raw materials in the chemical resistance of matte glazes. A matte enamel was previously modified to become more sensitive to changes in chemical processing was used. The results showed that the influence of variations in residual grinding, the thickness of the enamel layer, and the amount of harsh chemicals used in the attack did not cause changes in the enamel surface presented in standard conditions. The increase in firing temperature had a positive influence on the chemical resistance of matte enamels. The raw materials that most contributed to an increase in chemical resistance of matte enamels were those which, in addition to providing an alkaline earth or alkaline oxide, also contributed SiO_2 , indicating the importance of silicon in the chemical resistance of the obtained glazes.

Key words: Resistance to chemical attack, matte enamels, process variables, raw materials.