

DETERMINAÇÃO DA ASSERTIVIDADE DE AGENTES MANCHANTES UTILIZADOS NA ANÁLISE DA POROSIDADE SUPERFICIAL APARENTE EM PORCELANATOS POLIDOS

Clarise Possamai Disner (UNISATC) E-mail: clarisepossamai@hotmail.com
Carolina Resmini Melo Marques (UNISATC) E-mail: carolina.melo@satc.edu.br
Vanessa Baldo (DURATEX) Email: vanessa.baldo@duratex.com.br
Aline Resmini Melo (UNISATC) E-mail: aline.melo@satc.edu.br

Resumo: O estudo de manchamento dos porcelanatos, principalmente os polidos, é algo constante na indústria cerâmica, pois implica diretamente na qualidade final do produto e de forma extremamente negativa quando essa característica é manifestada. Nos porcelanatos polidos, essa garantia no processo se dá pelo controle da porosidade aparente que é aberta após o polimento da peça cerâmica. Tendo essa premissa em vista, o presente estudo buscou delimitar, através de um procedimento experimental, oriundo da NBR 13818:97 Anexo G, quais os melhores agentes manchantes para a determinação da porosidade aparente em porcelanatos polidos. Foram elencadas duas amostras de porcelanatos diferindo a sua cor de fundo e 9 agentes manchantes para o estudo da sua interatividade através de ensaio de manchamento. Conforme literatura, foi comprovado que os agentes penetrantes são os mais eficazes para essa finalidade, sendo o Nugget® e o pincel para quadro branco os mais efetivos na condição do estudo. Ambos apresentaram uma impregnação não passível de remoção, possibilitando a identificação da porosidade e observações pertinentes ao estudo.

Palavras-chave: Cerâmica, polimento, ensaio de manchamento, poros.

DETERMINATION OF THE ASSERTIVENESS OF SPOTTING AGENTS USED IN THE ANALYSIS OF APPARENT SURFACE POROSITY IN POLISHED PORCELAIN PLATES

Abstract: The study of staining porcelain tiles, especially polished ones, is something constant in the ceramic industry, as it directly affects the final quality of the product and in an extremely negative way when this characteristic is manifested. In polished porcelain tiles, this guarantee in the process is given by controlling the apparent porosity that is opened after polishing the ceramic piece. With this premise in mind, the present study sought to delimit, through an experimental procedure, derived from NBR 13818:97 Annex G, which are the best staining agents for the determination of apparent porosity in polished porcelain tiles. Two porcelain samples were listed, differing their background color and 9 staining agents for the study of their interactivity through staining test. According to the literature, it has been proven that penetrating agents are the most effective for this purpose, with Nugget® and the whiteboard brush being the most effective in the condition of the study. Both presented an impregnation that could not be removed, allowing the identification of porosity and observations relevant to the study.

Keywords: Ceramics, polishing, staining test, pores.

1. Introdução

Um problema recorrente na indústria cerâmica é a porosidade aberta pelo processo de polimento da superfície do porcelanato. No corte da camada vítrea feito pelos abrasivos com o intuito de produzir a abertura de brilho na peça, acontece a exposição dos poros fechados que estão originalmente no interior da peça (ALVES; MELCHIEDES; BOSCHI, 2013).

A porosidade superficial aberta implica na manchabilidade do revestimento, tanto

quando é exposto a algum agente em específico, quanto ao encardimento pelo uso diário a que se destina. Para minimizar essa característica, quando evidenciada, a indústria utiliza diferentes tipos de tratamento de superfície para a sua selagem, como o uso de impermeabilizantes.

Conforme análise de mercado feita pela Empresa onde está sendo realizado esse estudo, a produção dessa tipologia de produto, porcelanato polido, é o foco da maioria dos fabricantes de cerâmica atualmente, pois é um produto que tem alto valor agregado pela complexibilidade da sua produção e pelo design sofisticado que apresenta.

Delimitar agentes manchantes que reflitam o real prejuízo dessa característica no material é de extrema importância para a melhoria do processo de produção e beneficiamento, fazendo com que esse aspecto possa ser minimizado ou até mesmo eliminado.

Há hoje três normativas que abordam o tema de manchamento em revestimento cerâmico, sendo; ABNT NBR 13818:97, ABNT NBR 15463:13 e ISO 10545:15, por se tratar de um aspecto que influencia diretamente na qualidade do produto.

Tendo a definição da porosidade que está incidindo no material, sabe-se quais caminhos tomar para que ela seja minimizada ou eliminada, sendo; ajuste na formulação do insumo, ajuste nas rampas e temperaturas de queima do forno, ajustes na curva de polimento, o uso de impermeabilizantes que interajam melhor com o tipo e tamanho da porosidade apresentada, dentre outros.

O primeiro passo é a determinação da porosidade superficial aparente em porcelanatos polidos, por meio da avaliação da assertividade de agentes manchantes utilizados no ensaio de resistência ao manchamento, baseado na proposta de agentes manchantes mais eficazes.

O presente estudo tem como objetivo delimitar e classificar quais os melhores agentes manchantes utilizados para determinar a porosidade superficial aparente em porcelanatos polidos, seguindo os métodos de análise da NBR 13818:97, anexo G.

2. Revisão bibliográfica

Nesta seção o está reunida toda a bibliografia pertinente ao tema exposto, bem como conceitos básicos sobre a cerâmica, sua importância econômica, definição mais profunda do tema proposto incluindo todo o aparato que permeia a metodologia de estudo empregada.

2.1 Aspectos gerais do cenário cerâmico

Segundo a ANFACER (2019), o Brasil é um dos principais protagonistas no mercado mundial de revestimentos cerâmicos, ocupando a terceira posição em produção e consumo. Em 2018, foram produzidos 795 milhões de m² para uma capacidade instalada de 1.064 milhões m², sendo que as vendas totais no mercado interno atingiram 694,5 milhões de m².

As placas cerâmicas são a preferência nacional entre os materiais de acabamento para revestimento. Por sua durabilidade, facilidade de limpeza, beleza e diversidade de produtos dentre os quais pode-se destacar cores, texturas e tamanhos, o seu uso é indicado em diferentes aplicações e ambientes (ANFACER, 2016).

Segundo a ABNT NBR 13.816 (1997), define-se placa cerâmica para revestimento

como um material composto por argila e outras matérias-primas inorgânicas normalmente utilizadas para revestir pisos e paredes. São formadas por extrusão ou por prensagem, seguidamente são secadas e queimadas à elevadas temperaturas. Podem ser esmaltadas ou não esmaltadas.

2.1.1 Porcelanato polido

O porcelanato pode passar por um processo de polimento superficial, onde há a remoção de alguns décimos de milímetro de material da superfície da peça cerâmica que realça notavelmente o aspecto estético, sem modificar de modo considerável as características mecânicas e aumentando suas possibilidades de utilização (OLIVEIRA, HOTZA, 2015).

O porcelanato é um produto caracterizado por excelente desempenho técnico: alta densidade (absorção de água < 0,5%), resistência à abrasão e às manchas, dureza superficial, bem como resistência mecânica. Quando queimadas, as placas de porcelanato são expostas a altas temperaturas, que permitem a obtenção de uma superfície compacta e muito durável. Mesmo que o processo de polimento melhore a estética do produto e aumente sua competitividade com as pedras naturais, também promove várias alterações na microestrutura superficial como resultado do processo de polimento (SORANZO et al., 2017).

2.1.2 Processo de polimento

O processo de polimento normalmente é composto por duas etapas. A primeira etapa é chamada de etapa de aplainamento ou polimento grosseiro, onde uma grande quantidade de material é removida quando comparada com a etapa subsequente. Essa etapa ocorre mediante a ação tangencial e descontínua gerada por uma série de cabeçotes de abrasivos diamantados, dispostos transversalmente à direção de avanço do material. A eliminação das deformações das placas cerâmicas, que apresentam uma superfície vitrificada dura, ocorre progressivamente, de modo a não comprometer a integridade das mesmas. As peças que saem do aplainador possuem uma superfície irregular que deve ser totalmente eliminada durante a etapa seguinte (WIGGERS; SANTOS; HOTZA, 2007).

A segunda fase do polimento realiza um tratamento com ferramentas abrasivas, onde o principal abrasivo empregado é o SiC (carbureto de silício), com a diminuição gradativa do tamanho dos grãos ao longo do processo. Dessa forma reduz a severidade dos danos causados à superfície na primeira etapa do polimento e confere o grau de brilho desejado (ESPOSITO; TUSSI; NALDI, 2004).

2.2 Porosidade superficial

A porosidade do porcelanato resulta principalmente dos poros que não são completamente sinterizados na queima. No caso do porcelanato polido, os poros fechados remanescentes do processo produtivo tendem a comprometer a resistência ao manchamento, entre outros aspectos, quando são abertos posteriormente pelo processo de polimento (ALVES; MELCHIEDES; BOSCHI, 2013).

Segundo Alves et al. (2011), os poros abertos pelo polimento que são suscetíveis aos manchamento têm diâmetros entre 5 e 20 μm e encontram-se entre 0,5 e 1,5 mm da superfície da peça (antes de ser submetida ao polimento).

A existência de irregularidades na superfície de um corpo faz com que seja suscetível a adesão de partículas à superfície, bem como torna mais difícil a respectiva remoção. Então surge o problema da resistência ao manchamento em placas de grés porcelanato polidas. O que delimita a maior ou menor incidência do problema são as características destas irregularidades, que vão ser determinadas, notavelmente, pelo tamanho, forma e textura dos poros responsáveis por elas, além da quantidade de irregularidades (poros) existentes por unidade de área (ARANTES et al. 2001).

2.3 Resistência ao manchamento

Segundo Dondi, Raimondo e Zanelli (2008) o processo de manchamento de revestimentos cerâmicos depende dos aspectos químicos e físicos da superfície do revestimento e do agente manchante. Os aspectos químicos essencialmente dizem respeito à capacidade da substância manchante em molhar a superfície do revestimento e à sua afinidade química com o esmalte ou o suporte. Esta molhabilidade pode ser mensurada com base no ângulo de contato, o qual está relacionado à tensão superficial: quanto mais baixo este contato, maior é a capacidade de molhamento. Soluções aquosas geralmente possuem valores entre 30-50°, substâncias oleosas têm valores entre 50-60°. A afinidade química é expressa pela polaridade e pelo componente de dispersão da tensão superficial. Os aspectos físicos estão relacionados à estrutura da superfície do revestimento, em particular à presença de irregularidades que permitem a aderência de sujeira.

Pode-se citar como principais fatores que afetam a resistência ao manchamento; o tipo de substância manchante, aparência da superfície do revestimento, tratamento de superfície e microestrutura superficial (DONDI, RAIMONDO, ZANELLI (2008).

2.3.1 Tipos de agentes manchantes

Os agentes manchantes devem cumprir os principais mecanismos de manchamento, sendo: ação química, ação penetrante e de coloração, ação oxidante e formador de película (MOURA et al., 2006).

Segundo Moura et al. (2009) os agentes de ação química são as substâncias que provocam um ataque químico sobre a superfície, os agentes de ação penetrante e com coloração são as substâncias capazes de penetrar em um material através de sua porosidade superficial, já os agentes de ação oxidante são os agentes que, além de manchantes, também são oxidantes, e por fim os agentes com formação de película são aqueles capazes de formar uma película resistente e contínua sobre a superfície.

2.3.2 A NBR 13818:97 – Anexo G

Existem outras duas normas que tratam do ensaio de manchamento, sendo a ABNT NBR 15463 (2013) – específica para porcelanato - e a ISO 10545-14 (2015), porém, para maior abrangência e generalidade, este estudo se pauta nos métodos da primeira norma em vigor que é a ABNT NBR 13818 (1997) que é amplamente utilizada pelas indústrias cerâmicas de revestimento. A seguir, todo o texto é descritivo da ABNT NBR 13818 (1997) – anexo G.

A resistência ao manchamento é avaliada através da facilidade de limpeza após a aplicação de agentes manchantes sobre a superfície de placas cerâmicas. Esses agentes manchantes ficam em contato com a placa 24 h.

Os agentes manchantes normativos são: óxido de cromo verde ou óxido de ferro vermelho em óleo leve, como agentes penetrantes; iodo em solução alcoólica como agente oxidante e óleo de oliva como agente formador de película.

A normativa ainda abre para que mais agentes manchantes possam ser utilizados mediante entendimento prévio, assim como agentes de limpeza.

Dos agentes de limpeza, segue a ordem de utilização bem como a classificação de remoção descrita: água quente (classe 5); produto de limpeza fraco, industrializado, não abrasivo, com pH entre 6,5 e 7,5 (classe 4); produto de limpeza forte, industrializado, abrasivo, com pH entre 9 e 10 (classe 3).

Dos reagentes de ataque e solventes podem ser utilizados: solução de ácido clorídrico 3%; hidróxido de potássio a 200 g/L e tricloretoetileno (classe 2).

Caso não seja possível a remoção da mancha conforme agentes de limpeza descritos, a classe de limpabilidade é 1.

3. Procedimentos experimentais

Nesta seção estão dispostos os materiais necessários e as etapas que foram executadas ao longo do presente estudo.

Todo o material e estrutura necessária foi disponibilizado pela Empresa de revestimentos cerâmicos onde foi realizado o estudo.

A Figura 1 apresenta o fluxograma de todo o processo de execução do estudo.

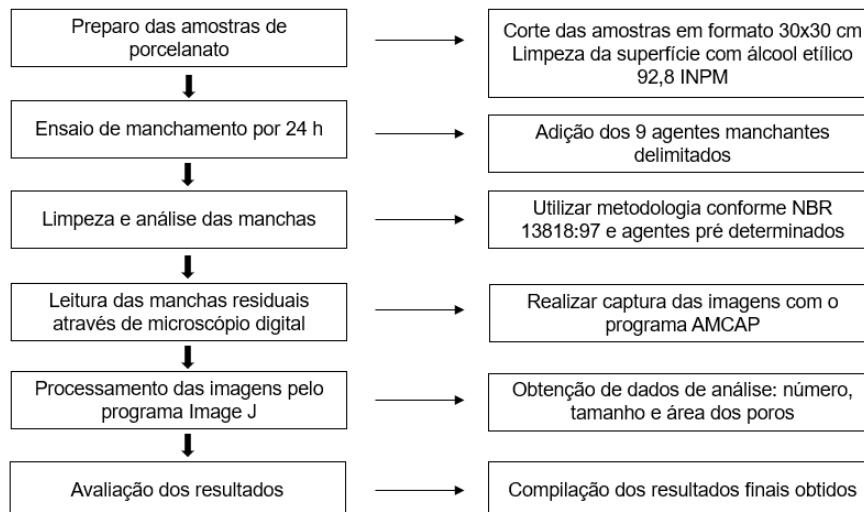


Figura 1: Fluxograma de execução do estudo.

Fonte: Do autor (2020)

A primeira etapa consiste em preparar as amostras de porcelanato para serem ensaiadas, onde foram designados 6 corpos de prova, sendo: 3 de cor branca e 3 cinzas, no formato 30x30 cm. A superfície foi limpa com álcool etílico 92,8 INPM e pano para remoção de qualquer sujidade. As amostras foram captadas logo após o processo de polimento, sem qualquer outro tratamento de superfície.

A etapa seguinte consistiu em realizar o ensaio de manchamento com a colocação dos 9 agentes manchantes pré-determinados nas amostras. A listagem dos agentes utilizados

encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1 - Listagem dos agentes manchantes.

Agente Manchante	Disposição
Pincel atômico 1100-P – tinta permanente	---
Marcador para quadro branco	---
Marcador para retroprojeter - tinta permanente	---
Óxido de cromo	Em solução de óleo leve
Terra vermelha	Em solução aquosa (1:1)
Nugget®	---
Azeite de oliva	---
Café	Pasta com o pó
Iodo	Solução alcoólica 13g/L

Fonte: Do autor (2020)

Após as 24 h de ensaio realizou-se o processo de remoção das manchas. Como foi avaliado a impregnação nos poros que resulta em um manchamento irreversível, o processo de limpeza das manchas contemplou todos os agentes de limpeza até a mancha ser removida – para que seja avaliada a eficácia dos agentes manchantes para este fim – ou até que reste somente a sujidade que está impregnada no interior do poro, sem possibilidade de remoção para que pudessem ser feitas as análises a que se destina.

Na Tabela 2 estão listados os agentes de limpeza seguidos de sua classificação de remoção das manchas bem como seu tempo de ação em contato com a superfície. Como agentes usuais de limpeza serão inclusos o álcool etílico 92,8 INPM e a água sanitária.

Tabela 2 - Agentes de limpeza e suas classificações.

Classificação de remoção	Designação normativa	Agente de limpeza	Tempo de contato
5	Água morna	Água	5 min
4	Produto de limpeza fraco	Detergente neutro	2 min
3,5	-	Álcool etílico 92,8 INPM	3 min
3	Produto de limpeza forte	Saponáceo líquido	2 min
2,5	-	Água sanitária	3 min
2	Reagentes de ataque e solventes	HCl 3%	24 h
1	Sem remoção	-	-

Fonte: Do autor (2020)

Das classes de remoção da mancha, a classificação 5 se dá a maior facilidade de remoção da mancha; 4, 3,5, 3, 2,5 e 2 conforme o agente de limpeza utilizado e 1 corresponde a não remoção da mancha.

Após a máxima remoção dos agentes manchantes, capturou-se a mancha residual retida nos poros através de um microscópio digital ligado ao programa AMCAP para retenção das imagens.

Utilizou-se o programa Image J para realizar a análise detalhada da porosidade, referente a número, tamanho e áreas dos poros. Dessa forma foi possível avaliar o comportamento e afinidade dos agentes manchantes residuais no tipo de porosidade presente.

O processamento das imagens pelo programa é importante por representar um ensaio quantitativo da eficiência do agente manchante e não somente o qualitativo obtido pela análise a olho nu.

A critério de investigar somente a interação do agente manchante com a porosidade presente, foi realizado as mesmas análises, porém com a remoção das manchas somente feita com água. Dessa forma pode-se definir a afinidade e intensidade da penetração do agente manchante.

4. Resultados e discussões

Nesta seção consta os resultados e discussões do estudo em questão.

Os ensaios foram realizados em triplicata em cada cor base de amostra, mas ao longo do trabalho foi elencada apenas uma amostra para as imagens visto que os resultados entre as amostras apresentaram repetibilidade.

Os agentes manchantes foram dispostos nas amostras conforme Figura 2. A figura da esquerda é a amostra de fundo cinza e a da direita a amostra de fundo branco, e isso segue nas figuras posteriores.

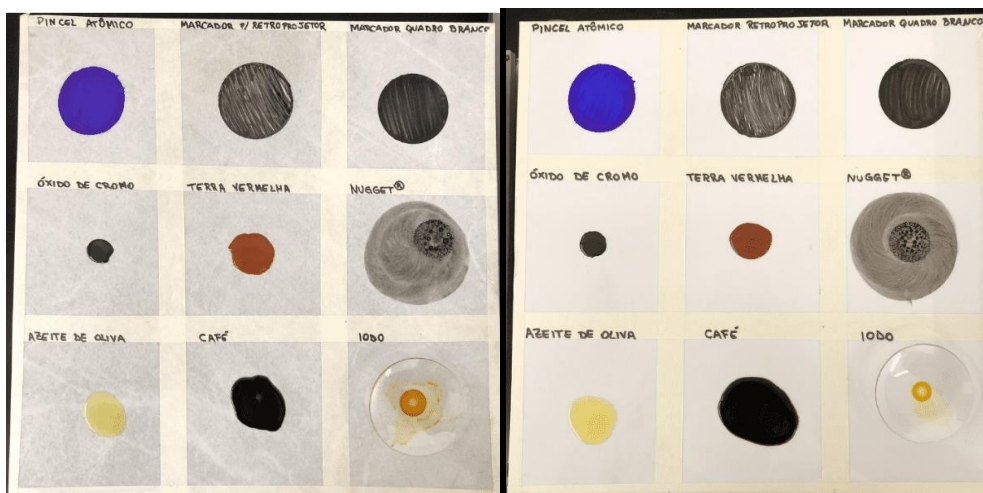


Figura 2 - Disposição dos agentes manchantes nas amostras.

Fonte: Do autor (2020)

Na Figura 3 os agentes manchantes foram removidos somente com água.

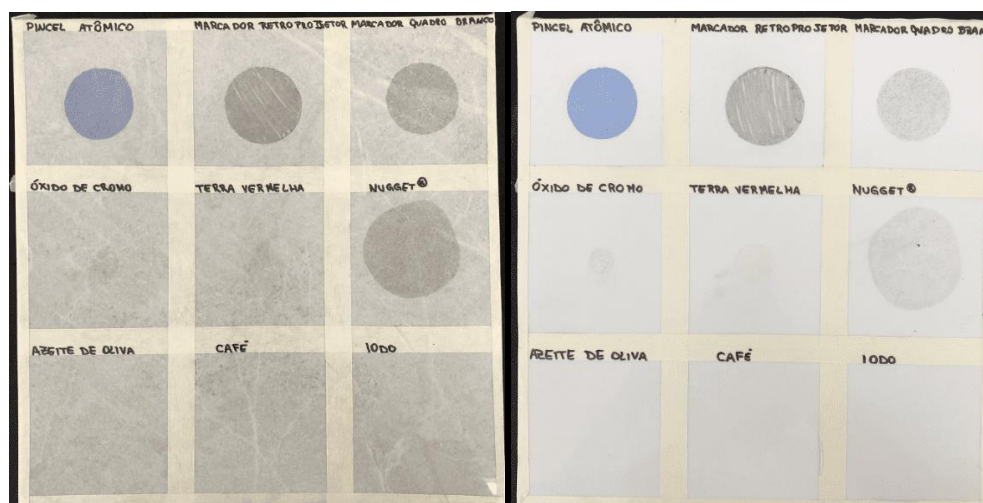


Figura 3 - Remoção dos agentes manchantes somente com água e esponja.

Fonte: Do autor (2020)

A Tabela 3 apresenta os agentes manchantes agrupados conforme sua natureza de interação. Conforme disposto na literatura os agentes de ação penetrante são os ideais para determinação da porosidade aparente pois apresentam o tipo de interação necessária. Notado também que os agentes líquidos, mas que apresentam rápida secagem conseguem uma maior fixação no interior dos poros, fazendo com que a posterior remoção seja mais dificultosa, pois adentram mais profundamente na estrutura do poro.

Tabela 3 - Classificação dos agentes manchantes.

Agente Penetrante	Agente formador de película	Agente oxidante
Pincel atômico 1100-P – tinta permanente	Azeite de oliva	Iodo
Marcador para quadro branco	Café	
Marcador para retroprojektor – tinta permanente		
Óxido de cromo		
Terra vermelha		
Nugget®		

Fonte: Do autor (2020)

Na remoção somente com água, é possível identificar os agentes que tem interação com os poros; o azeite de oliva e o iodo não apresentam, o café tem uma interação muito baixa, corroborando a teoria que agentes formadores de película e oxidantes não são eficazes no preenchimento de porosidades.

Para ilustrar esses comportamentos, a Figura 4 mostra um compilado dos agentes manchantes nos poros, sendo removidos somente com água.

Na Figura 5 foram removidos com a sequência de agentes de limpeza pré-determinados.

Na Tabela 4 estão dispostos os resultados de manchamento e pode-se constatar que a repetibilidade no resultado é constante, o que aumenta o grau de confiabilidade nos agentes manchantes utilizados e no método de ensaio empregado.

Nas duas amostras todos os agentes manchantes foram passíveis de remoção através dos agentes de limpeza empregados, exceto o marcador para quadro branco e o Nugget®, mostrando que são os agentes mais eficazes na determinação da porosidade.

As imagens feitas pelo microscópio mostram o tipo dos poros que são evidenciados pelos agentes manchantes. O marcador para quadro branco consegue abranger uma maior parte deles, pois seu tamanho de partícula é menor e sua aderência ao poro se torna maior, dificultando a remoção pelo agente de limpeza de afinidade, o álcool 92,8 INPM, conforme Figura 6.

O nugget® também apresenta uma boa abrangência, mas consegue ser removido de poros maiores pelo agente de limpeza de afinidade, o sapólio líquido, conforme Figura 7.

Em termos de determinação de porosidade os dois se mostram efetivos em uma extensa faixa de tamanho de poros. A fim de representar a porosidade existente, mas que é passível de remoção da mancha, simulando uma sujidade rotineira ao uso do produto, o Nugget® se torna o agente mais interessante pois consegue representar essa dinâmica.

Para obter uma análise quantitativa, as imagens do manchamento por Nugget® e por marcador para quadro branco das duas amostras foram submetidas a processamento pelo programa Image J. Na Tabela 5 estão os dados obtidos, a unidade de medida é em pixel. Pixel é o menor elemento de um dispositivo ao qual é possível atribuir cor, então os números são oriundos do somatório desse elemento.

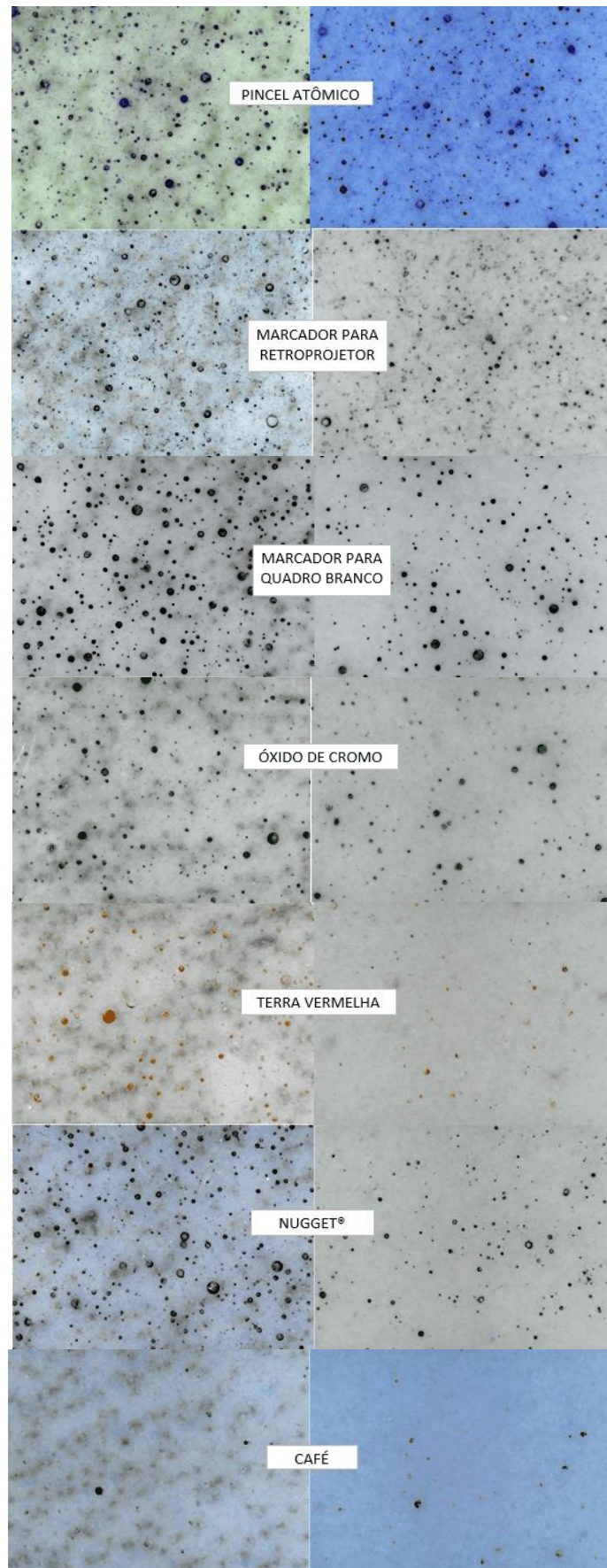


Figura 4: Imagem microscópica da afinidade dos agentes manchantes com a estrutura do poro.
Fonte: Do autor (2020)

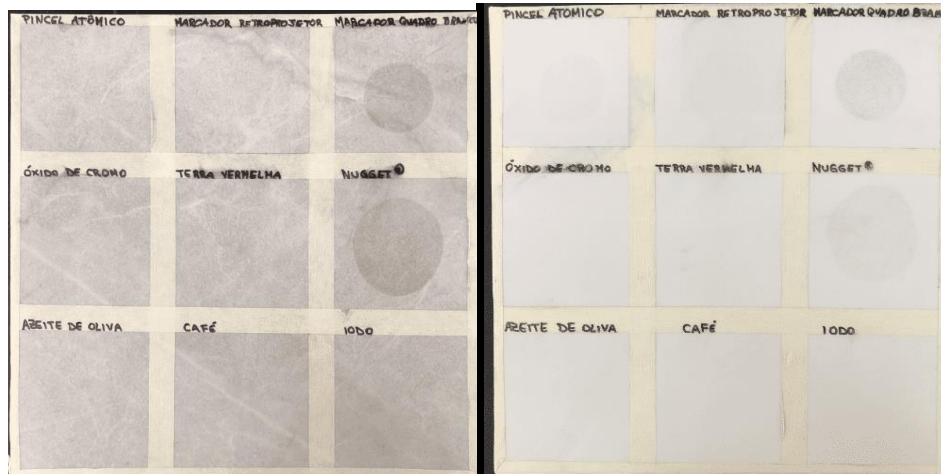


Figura 5: Remoção das manchas com a sequência estipulada de agentes de limpeza.
Fonte: Do autor (2020)

Tabela 4 - Resultado de limpabilidade dos agentes manchantes.

	Amostra	Pin. Atômico	Mar. Retroprojetor	Mar. Quadro Branco	Óx. de Cromo	Terra Vermelha	Nugget®	Azeite de Oliva	Café	Iodo
Cinza	1	3,5	3,5	1	3	3	1	5	3	5
	2	3,5	3,5	1	3	3	1	5	3	5
	3	3,5	3,5	1	3	3	1	5	3	5
Branco	1	3,5	3,5	1	3	3	1	5	3	5
	2	3,5	3,5	1	3	3	1	5	3	5
	3	3,5	3,5	1	3	3	1	5	3	5

5 (água), 4 (detergente neutro), 3,5 (álcool etílico 92,8 INPM), 3 (saponáceo líquido), 2,5 (água sanitária), 2 (HLC 3%), 1 (sem remoção)
Fonte: Do autor (2020)

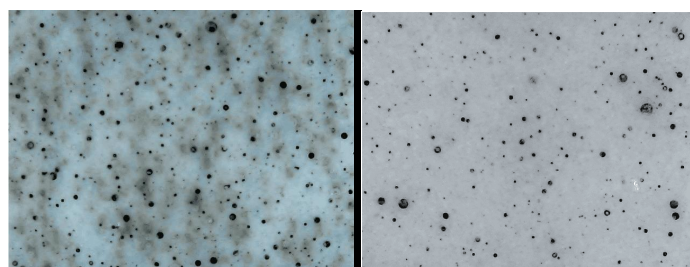


Figura 6 - Marcador para quadro branco preenchendo a porosidade existente.
Fonte: Do autor (2020)

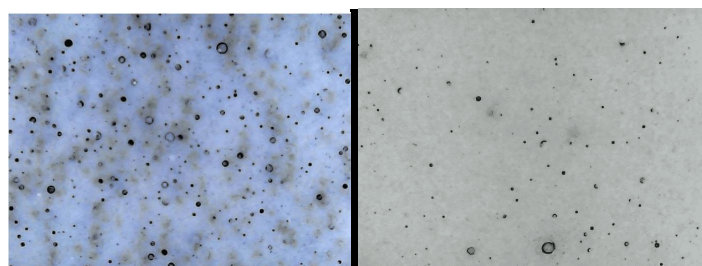


Figura 7- Nugget® preenchendo a porosidade existente.
Fonte: Do autor (2020)

Tabela 5 - Dados obtidos pelo processamento das imagens no programa Image J.

	Contagem de poros	Área Total	Média de Tamanho	% Área	Perímetro	Circunferência
Mar. Quadro Branco amostra cinza	270	5815	21,537	1,927	14,524	0,923
Nugget amostra cinza	308	6470	21,006	2,121	15,064	0,872
Mar. Quadro Branco amostra branca	272	7099	26,099	2,327	15,285	0,942
Nugget amostra branca	118	1973	16,720	0,661	12,823	0,916

Fonte: Do autor (2020)

Analisando os resultados obtidos, a amostra cinza apresentou maior porosidade aberta que a amostra branca, sendo que para a amostra cinza os dois agentes manchantes tiveram um resultado muito próximo na determinação dessa porosidade. Já na amostra branca o marcador para quadro branco conseguiu determinar uma maior quantidade de poros com maior média de tamanhos, o que pode representar que o Nugget® conseguiu ser removido da porosidade maior através do processo de limpeza, por isso não apresentou um resultado tão significativo. Todavia a profundidade dos poros influencia no resultado, já que em poros menos profundos é mais fácil a remoção do agente manchante.

A análise quantitativa complementa a qualitativa, mostrando que os dois agentes têm as suas particularidades em relação a tamanhos de poros, mas que ambos conseguem agir bem na determinação da porosidade superficial aparente nas condições do estudo realizado.

5. Conclusões

Delimitar métodos de análise complementares a uma normativa é de extrema importância quando se visa obter resultados mais apurados e em constante comunicação com o mercado, tanto no âmbito de identificar novas matérias-primas promissoras como atender as expectativas do cliente final. O presente estudo traçou um fio entre a teoria e a prática, evidenciando que elas são complementares e assertivas entre si. Quando se trata em determinar a assertividade de agentes manchantes utilizados na determinação da porosidade aparente de porcelanatos polidos, os agentes penetrantes são de fato os mais eficazes. Na condição do estudo, os dois mais assertivos foram o Nugget® e marcador para quadro branco, ambos com suas particularidades já discutidas anteriormente. No objetivo de obter um produto cada vez de maior qualidade é imprescindível testá-lo ao máximo nas condições mais rígidas para assegurar que os melhores insumos e técnicas disponíveis, juntamente com um processo produtivo alinhado, estão sendo empregados, o que se é possível fazer através da metodologia disposta neste estudo. Através da evidenciação da porosidade presente, é possível comparar matérias-primas e técnicas de produção, desenvolver processos produtivos ou insumos de forma a mitigá-la; como aplicar uma curva e um ciclo de queima adequados ao produto, permitindo uma desgaseificação da massa e sinterização completa, uso de impermeabilizantes que tenham maior afinidade com a porosidade presente dado sua forma e profundidade, utilização de abrasivos e curvas de polimento que atuem de forma a minimizar o problema. São inúmeras as formas de minimizar ou mitigar um aspecto produtivo cerâmico, mas tudo parte da premissa de identificar o problema e ter uma forma bem definida de análise e medidas, o que é possível através de uma metodologia de ensaio bem delimitada.

Referências

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 13.816: *Placas cerâmicas para revestimento: terminologia*. Rio de Janeiro, 1997.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 13.818: *Placas cerâmicas para revestimento: especificação e métodos de ensaios*. Rio de Janeiro, 1997.

ALVES, H. J.; MELCHIADES, F. G.; FREITAS, M. R. & BOSCHI, A. O. *Dependence of surface porosity on the polishing depth of porcelain stoneware tiles*. Journal of the European Ceramic Society. Vol 31, 5 ed. 2011. Disponível em: <<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0955221910005479?token=04938778798A5BE84701B061044B4201A6049D3EAFBE06F50BE80E511460B4C427093F82F40B20AF0640F719F590DFDA>>. Acesso em: 26 mar.2020.

ALVES, H. J.; MELCHIADES, M; R. & BOSCHI. *Microestrutura Porosa do Porcelanato Polido – Parte 1: Efeito do Tamanho de Partículas da Massa sobre o Manchamento*. Cerâmica Industrial. vol 18, 2013. Disponível em: <<https://www.ceramicaindustrial.org.br/article/587657517f8c9d6e028b47e0/pdf/ci-18-2-587657517f8c9d6e028b47e0.pdf>>. Acesso em: 18 mar.2020.

ANFACER, ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE CERÂMICA PARA REVESTIMENTOS, LOUÇAS SANITÁRIAS E CONGÊNERES *Manual Setorial Orientativo para Atendimento à Norma de Desempenho ABNT NBR15575:2013.*, 2016. Disponível em: <https://50ccf9b9-bb7b-49fb-93d1-aaae32ec8763.filesusr.com/ugd/04e4dc_df2959e13c6f484b879f616ac4574bc4.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2020.

ANFACER, ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE CERÂMICA PARA REVESTIMENTOS, LOUÇAS SANITÁRIAS E CONGÊNERES. *O Mercado Brasileiro*, 2019. Disponível em: <<https://www.anfacer.org.br/brasil>>. Acesso em: 15 mar. 2020.

ARANTES, F. J.; GALESI, D.; QUINTEIRO, E. & BOSCHI, A. *O Manchamento e a Porosidade Fechada de Grês Porcelanato*. Cerâmica Industrial. vol 6, 2001. Disponível em: <<https://www.ceramicaindustrial.org.br/article/5876570c7f8c9d6e028b4648/pdf/ci-6-3-5876570c7f8c9d6e028b4648.pdf>>. Acesso em: 23 mar.2020.

DONDI, M; RAIMONDO, M. & ZANELLI, C. *Resistência ao Manchamento de Revestimentos Cerâmicos*. Cerâmica Industrial. vol.13, 2008. Disponível em: <<https://www.ceramicaindustrial.org.br/article/587657387f8c9d6e028b474c/pdf/ci-13-5-587657387f8c9d6e028b474c.pdf>>. Acesso em 23 mar.2020.

ESPOSITO, L.; TUCCI, A. & NALDO, D. *The reliability of polished porcelain stoneware tiles*. Journal of the European Ceramic Society. Vol 25, 9 Ed. 2005. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0955221904002626>>. Acesso em: 26 mar. 2020.

MOURA, C. B.; LOVATO, P. S.; PRETTO, M. E. J.; PARAVISI, S.; COSTACURTA, V. & ABITANTE, A. L. R. *Análise da Influência das Varáveis Cor e Brilho na Limpabilidade de Porcelanatos*. Cerâmica Industrial. vol.11, n4, 2006. Disponível em: <<https://www.ceramicaindustrial.org.br/journal/ci/article/5876572b7f8c9d6e028b4702>>. Acesso em 16 mar. 2020.

OLIVEIRA, A. P. N. de & HORTZA, D. *Tecnologia de fabricação cerâmica*. 2.ed. Florianópolis: Ed. Da UFSC, 2015.

SORANZO, M.; RAMBALDI, E.; PRETE, F.; BONVICINI, G. & BIGNOZZI, M. C. *Limpabilidade de Porcelanato Polido*. Cerâmica Industrial. vol. 22, 2017. Disponível em: <<https://www.ceramicaindustrial.org.br/article/10.4322/cerind.2017.032/pdf/ci-22-5-6-7.pdf>>. Acesso em: 22 mar.2020.

WIGGERS, W.; SANTOS, R. & HORTZA, D. *Evolução da Superfície do Porcelanato ao Longo do Processo de Polimento*. Cerâmica Industrial. vol.12, 2007. Disponível em: <<https://www.ceramicaindustrial.org.br/article/5876572e7f8c9d6e028b4710/pdf/ci-12-1-5876572e7f8c9d6e028b4710.pdf>>. Acesso em: 22 mar.2020.