

Estratégias de processamento e tratamento superficial para eliminação do defeito de “faixa de secagem” em porcelanato técnico

Willian Pereira Pacheco ¹, José Eduardo Tavares Cordioli ^{2*}, Vicente de Lorenzi ³, Alexandre Zaccaron ³, Adriano Michael Bernardin ^{1,3}

¹ Tecnologia em Cerâmica, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, Santa Catarina, Brasil

² Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil

³ Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, Santa Catarina, Brasil

*e-mail: jose.cordioli@gmail.com

Resumo:

O porcelanato técnico é amplamente empregado como revestimento cerâmico devido às suas elevadas propriedades mecânicas e químicas; contudo, defeitos superficiais podem comprometer sua qualidade final durante o processamento industrial. Entre esses defeitos, destaca-se a denominada “faixa de secagem”, associada à migração e concentração de sais solúveis na superfície da peça durante a etapa de secagem. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo identificar as causas desse defeito e avaliar estratégias de correção em escala industrial. Os ensaios foram realizados em uma indústria cerâmica do sul do Brasil, utilizando massa industrial de porcelanato técnico, sem interrupção da linha produtiva. Foram investigadas as influências da temperatura do secador vertical, do contato direto das peças com os rolos metálicos aquecidos e da aplicação superficial de água e de um dispersante de sais solúveis. Os resultados demonstraram que temperaturas elevadas dos rolos metálicos favorecem a concentração localizada de sais, intensificando o defeito, comportamento análogo ao fenômeno de eflorescência. A redução da temperatura dos queimadores minimizou significativamente a ocorrência da faixa de secagem. Para a correção do defeito já presente, a aplicação de uma mistura contendo 5% de dispersante de sais solúveis em água, na quantidade de 20 g por peça, mostrou-se eficaz, eliminando o defeito sem comprometer o brilho superficial, a resistência ao ataque químico e a resistência ao manchamento, conforme a norma técnica. Assim, o estudo apresenta soluções técnicas viáveis para o controle e a correção da faixa de secagem em porcelanato técnico, contribuindo para a melhoria da qualidade do produto final e da eficiência do processo industrial.

Palavras-chave: Porcelanato técnico; Defeito superficial; Faixa de secagem; Secagem industrial; Eflorescência.

1. INTRODUÇÃO:

A cerâmica de revestimento, em especial o porcelanato técnico, é um dos principais materiais utilizados na construção civil devido às suas propriedades técnico-funcionais distintivas, como baixa porosidade com absorção de água $\leq 0,5\%$, elevada resistência mecânica e boa estabilidade dimensional pós-queima. Esses atributos decorrem de uma microestrutura altamente densa e sinterizada, o que confere resistência ao desgaste e agentes químicos, tornando-os adequados para aplicações de alto desempenho em pisos e fachadas [1,2].

Apesar dos avanços tecnológicos nessa classe de materiais, defeitos superficiais ainda representam uma das principais causas de rejeição de peças na produção industrial, comprometendo a eficiência produtiva e o valor agregado dos produtos cerâmicos. Esses defeitos abrangem irregularidades visuais e estruturais que ocorrem durante o processo fabril e são foco de pesquisa tanto em métodos automáticos de detecção quanto em estudos de controle de processo [3,4].

O processo cerâmico é composto por uma sequência de etapas dentre as quais, destacamos a de secagem, considerada uma das mais críticas, a qual tem por finalidade eliminar a umidade residual no material pós-prensado, no processo via úmida, onde os sais devem manter-se a uma temperatura uniforme até a fase de decoração [5]. Após o procedimento de secagem, a umidade residual presente na peça crua de revestimento cerâmico, condiciona à imediata e posterior reação mecânica da mesma, portanto é de suma importância garantir o valor de umidade residual uniforme e estável entre as diferentes peças prensadas cruas de uma produção, para que não ocorra a ruptura das mesmas e para que seja mantido um uniforme comportamento mecânico [6].

O processo de secagem tem sido amplamente estudado, com pesquisas focadas na cinética de remoção de umidade, nos gradientes de temperatura e nas características microestruturais das peças cerâmicas [7]. Esses estudos contribuem para a compreensão dos mecanismos envolvidos na secagem; contudo, resultados obtidos em escala laboratorial apresentam limitações quando aplicados diretamente às condições industriais, devido à maior complexidade operacional. Na indústria cerâmica, a secagem é realizada por secadores industriais verticais ou horizontais, ambos destinados à remoção homogênea da umidade residual antes das etapas subsequentes do processo produtivo [8].

Durante a etapa de secagem, ocorre a evaporação da água livre e capilar presente no corpo cerâmico. Nesse processo, os sais solúveis existentes nas matérias-primas podem ser transportados por ação capilar até a superfície das peças, acompanhando o fluxo de umidade. Esse mecanismo pode resultar na concentração localizada de sais na superfície, favorecendo o surgimento de defeitos superficiais, comumente identificados na indústria como “faixa de secagem”, os quais comprometem a uniformidade visual e a qualidade superficial do revestimento cerâmico. Tal fenômeno é análogo ao processo de eflorescência descrito para materiais cerâmicos de construção [9,10].

Nesse contexto, torna-se fundamental o esforço contínuo das indústrias cerâmicas em garantir a qualidade final dos produtos, especialmente no que se refere aos defeitos superficiais associados às etapas críticas do processo produtivo. Diante disso, o objetivo principal deste estudo foi analisar o procedimento de secagem em condições industriais, visando identificar as causas do defeito conhecido como “faixa de secagem” em revestimentos cerâmicos e avaliar estratégias de controle e correção, seja por meio de ajustes no próprio processo de secagem, seja pela mitigação ou eliminação do defeito nas etapas subsequentes de fabricação.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Materiais

Para a realização do estudo, foi utilizada uma massa base de porcelanato técnico industrial. A composição da massa apresenta 50% de feldspatos, 25% de argilas e 25% de caulins (percentual mássico). O pó atomizado apresentou umidade de 6,8% e a seguinte distribuição granulométrica: #500 = 20,8%; #425 = 20,3%; #300 = 42,0%; #212 = 11,2%; #125 = 4,8%; #75 = 0,9%; <#75 = 0,3%. As peças cerâmicas foram conformadas por prensagem uniaxial em prensa hidráulica (SACMI PH 4.600), sob pressão específica de 450 kg/cm², resultando em placas com dimensões de 660 mm × 660 mm e espessura de 10 mm.

No contexto deste estudo, foi empregado um dispersante de sais solúveis (QUIMICER®), que foi utilizado com o objetivo de minimizar a ocorrência do defeito superficial conhecido como “faixa de secagem”, associado à concentração localizada de sais na superfície das peças cerâmicas.

O produto apresenta-se como um líquido límpido, de coloração incolor a amarelo claro, com odor característico e caráter ácido, apresentando pH entre 1 e 3. Possui densidade entre 1,43 e 1,46 g·mL⁻¹ a 25 °C e é totalmente solúvel em água, o que favorece sua aplicação por pulverização superficial e sua interação com os sais solúveis presentes no corpo cerâmico. O dispersante não é inflamável, apresenta ponto de congelamento aproximado de -25 °C e ponto de ebulição superior a 105 °C, características que asseguram sua estabilidade nas condições operacionais adotadas no processo industrial.

Essas propriedades físico-químicas (disponibilizada pelo fabricante) tornam o produto adequado para uso em ambiente fabril, visando à dispersão e redistribuição dos sais solúveis na superfície das peças antes das etapas subsequentes de fabricação.

2.2. Métodos

2.2.1. Processo de secagem

O processo de secagem das peças cerâmicas pós-prensagem foi realizado em secador vertical industrial (SACMI EVA 992), no qual foram avaliadas duas condições distintas de secagem.

A primeira condição corresponde à secagem convencional adotada pela fábrica, caracterizada por queimadores operando a 195 °C, zona de estabilização ajustada para 100 °C, resultando em peças com umidade residual média de aproximadamente 0,2%. Nessas condições, a temperatura dos rolos metálicos na região de entrada do secador situou-se entre 80 °C e 95 °C.

A segunda condição corresponde a um processo de secagem em temperatura reduzida, no qual os queimadores foram ajustados para 180 °C e a zona de estabilização para 50 °C, resultando em peças com umidade residual média de aproximadamente 0,6%. Nessa condição, a temperatura dos rolos metálicos variou entre 60 °C e 75 °C.

Ambas as condições foram avaliadas mantendo-se constantes os demais parâmetros do processo, incluindo o ciclo de prensagem e o tempo total de secagem, de modo a isolar o efeito da temperatura sobre a ocorrência do defeito de faixa de secagem.

Para a realização da secagem, foram posicionadas duas peças cerâmicas em um mesmo plano do cestone do secador. A peça 1 foi colocada sobre uma placa cerâmica previamente queimada, enquanto a peça 2 foi posicionada conforme o procedimento operacional padrão, isto é, em contato direto com os rolos metálicos do cestone, conforme ilustrado na Figura 1.



Figura 1. Posicionamento das peças para o processo de secagem

2.2.2. Tratamento de superfície pós-secagem

Após a saída do secador, quando as peças apresentaram o defeito superficial denominado “faixa de secagem”, foi realizado um ensaio de aplicação controlada de água sobre a superfície das peças, utilizando-se uma bomba de alta pressão (Servitech CT-074), equipada com bicos pulverizadores. Para essa etapa, foram empregadas 60 peças cerâmicas, destinadas a avaliar o efeito da reumidificação superficial previamente à aplicação da camada de esmalte, com o objetivo de dispersar a concentração de sais solúveis na superfície. As peças foram divididas em três grupos, contendo 20 amostras cada, às quais foram aplicadas camadas superficiais de água de 20 g, 30 g e 40 g por peça, respectivamente (Tabela 1).

Na sequência, foi realizada a aplicação do componente químico com efeito dispersante de sais solúveis. Para essa etapa, foram utilizadas 60 peças cerâmicas, com o objetivo de promover a redistribuição e dispersão dos sais solúveis presentes na superfície do material. O produto foi aplicado em três diferentes concentrações, preparadas por diluição em água: 1%, 5% e 10% (m/m), sendo utilizadas 20 peças para cada condição experimental. Em todas as provas, foi aplicada uma camada superficial de 20 g da solução, por meio de bomba de alta pressão (Servitech CT-074), garantindo uniformidade na aplicação do tratamento sobre as peças cerâmicas.

Tabela 1. Valores medidos de brilho das peças após aplicação do dispersante de sais solúveis

Condição experimental	Nº de peças	Solução aplicada	Teor aplicado	Concentração do dispersante
1	Aplicação de água	Água	20	-
2			30	-
3			40	-
4	Dispersante	Água + dispersante	20	1%
5				5%
6				10%

A aplicação de água e do componente químico dispersante de sais solúveis foi realizada antes da etapa de tratamento superficial, a qual também foi aplicada por meio de bomba de alta pressão, equipada com bicos pulverizadores, assegurando uniformidade na deposição. O tratamento superficial consiste na aplicação de coberturas vítreas, que são fundidas a temperaturas controladas sobre a superfície da peça cerâmica e permanecem firmemente aderidas após o resfriamento. Essa camada tem como finalidade reduzir a impregnação de sujidades, melhorar o desempenho estético e proteger a superfície do revestimento. No caso específico do porcelanato técnico, o tratamento superficial ou esmalte aplicado deve ser transparente e apresentar leve brilho, de modo a preservar as características visuais e funcionais do produto.

2.2.3. Análise das propriedades tecnológicas

Após o processo de secagem, as peças cerâmicas foram submetidas à queima em forno de rolos. A queima foi feita em forno industrial (SACMI KMS 2230) de 102 m de comprimento na temperatura máxima de 1238 °C com patamar de 3,0 min e ciclo total de 33 min. Concluída a queima, as amostras foram submetidas a ensaios tecnológicos, contemplando a avaliação da resistência ao ataque químico e a determinação da resistência ao manchamento, realizados de acordo com os procedimentos estabelecidos na norma ABNT NBR ISO 10545-13 [11] e ABNT NBR ISO 10545-14 [12].

3. RESULTADOS

3.1. Secagem convencional

A secagem convencional inicial das placas cerâmicas estudadas foi realizada sob condições de elevada temperatura no secador, resultando em temperaturas dos rolos metálicos entre 80 °C e 95 °C. Nessas condições operacionais, foi possível identificar de forma visual e evidente o surgimento do defeito superficial denominado “faixa de secagem”. Ressalta-se que o defeito avaliado no presente estudo apresenta caráter predominantemente visual, manifestando-se pela presença de manchas na superfície das peças cerâmicas, conforme ilustrado na Figura 2.

Conforme evidenciado nas imagens apresentadas na Figura 2, não se faz necessária a realização de procedimentos experimentais específicos para a identificação do defeito, uma vez que sua presença é claramente perceptível a olho nu.

Na secagem convencional, na qual uma peça foi posicionada sobre uma placa cerâmica previamente queimada e outra permaneceu em contato direto com os rolos metálicos do secador, verificou-se que o contato com os rolos metálicos favorece o aparecimento do defeito denominado “faixa de secagem”. Observou-se que a peça 1, apoiada sobre a placa queimada, não apresentou o defeito, enquanto a peça 2, em contato direto com os rolos metálicos, apresentou a manifestação da faixa de secagem imediatamente após a etapa de secagem, evidenciando a influência direta dessa condição operacional.

Após a constatação do defeito na secagem convencional, procedeu-se à redução da temperatura do secador, por meio da aplicação de novos ciclos de secagem, nos quais a temperatura dos rolos metálicos foi ajustada para a faixa de 60 °C a 75 °C. Essa modificação resultou em uma redução significativa da intensidade do defeito de “faixa de secagem” nas peças cerâmicas. Os resultados obtidos indicam que rolos metálicos operando em temperaturas mais elevadas intensificam a migração e a concentração de sais solúveis na superfície das peças, especialmente nas regiões de contato direto, favorecendo a formação do defeito. Durante a secagem, os sais solúveis presentes nas matérias-primas são transportados para a superfície do corpo cerâmico por ação capilar, acompanhando o fluxo de evaporação da água.

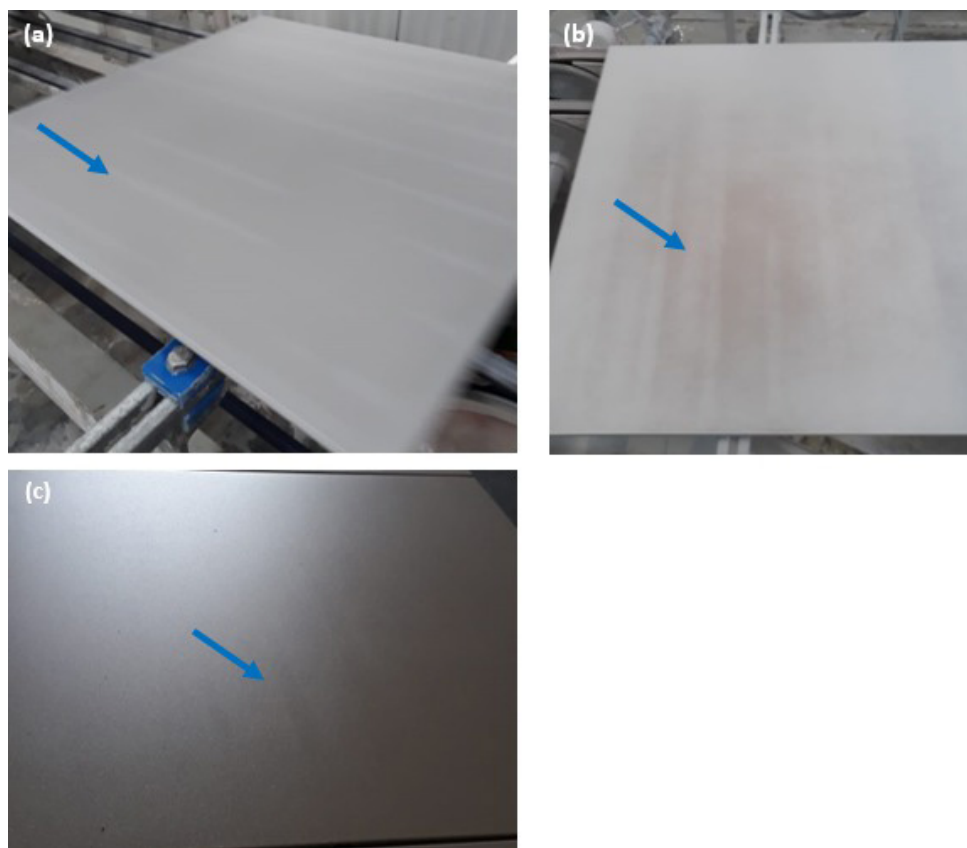


Figura 2. (a) Defeito perceptível na saída do secador, (b) defeito perceptível logo após aplicação de tratado superficial e (c) defeito perceptível após a queima

Nesse contexto, a origem do defeito observado no porcelanato técnico apresenta analogia com o fenômeno da eflorescência. Segundo Verduch e Solana (2000) [13], a eflorescência caracteriza-se pela formação de depósitos salinos na superfície de produtos cerâmicos, resultantes da migração de sais solúveis transportados pela água, os quais podem se fixar durante a queima e permanecer como irregularidades permanentes na camada superficial do material. À luz dessa conceituação e em consonância com os resultados experimentais obtidos, infere-se que o defeito conhecido como “faixa de secagem” em porcelanatos técnicos decorre da interação entre a presença de sais solúveis e as elevadas temperaturas dos rolos metálicos do secador, que favorecem sua acumulação localizada nas regiões de contato com a peça.

A eflorescência constitui um fenômeno recorrente na indústria de cerâmica vermelha e pode manifestar-se de distintas formas, conforme a etapa do processo produtivo em que ocorre. Conforme a classificação proposta por Verduch e Solana (2000) [13], distinguem-se a eflorescência de secagem, vinculada à remoção da umidade; a eflorescência de secador, associada às condições operacionais dos equipamentos industriais; e a eflorescência de forno, que se inicia durante a secagem e se consolida após a etapa de queima. Complementarmente, Farias Filho, Lage e de Lima (2017) [14] descrevem que o fenômeno ocorre quando sais solúveis migram para a superfície do corpo cerâmico por ação capilar, cristalizando-se e tornando-se visualmente perceptíveis por alterações na coloração da peça.

3.2. Resultados após tratamento superficial

Após a identificação da causa do defeito analisado, buscou-se estabelecer estratégias adequadas para sua correção. Considerando que a concentração localizada de sais solúveis na superfície é o principal fator associado à formação da “faixa de secagem”, procedeu-se à aplicação controlada de água sobre a superfície das peças, com o objetivo de promover a dispersão e/ou redistribuição desses sais para o interior do corpo cerâmico. Observou-se que o aumento da quantidade de água aplicada resultou em uma redução progressiva da intensidade do defeito, podendo, em determinadas condições, levar à sua eliminação visual.

Apesar dos resultados positivos, deve-se considerar os efeitos adversos associados ao excesso de água, tais como o surgimento de outros defeitos superficiais, exemplificados na Figura 3, além do potencial comprometimento das propriedades mecânicas das peças cerâmicas.



Figura 3. Exemplo defeito causado por excesso de água acumulada na lateral da peça

Considerando as limitações associadas ao uso excessivo de água, foi avaliada uma estratégia alternativa para a mitigação do defeito, baseada na aplicação de um componente químico com efeito dispersante de sais solúveis. Os ensaios foram conduzidos utilizando-se três diferentes concentrações do produto (1, 5 e 10%), e os resultados indicaram que o aumento da concentração do dispersante, diluído em água, promoveu uma redução progressiva da incidência do defeito de “faixa de secagem”.

Entretanto, após a aplicação do produto, observou-se uma alteração no brilho superficial das peças queimadas, perceptível tanto por análise visual quanto por medições instrumentais realizadas com o equipamento HORIBA IG-320, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Valores medidos de brilho das peças após aplicação do dispersante de sais solúveis

Amostras (teor)	Brilho (GU)
01 (1%)	05
02 (5%)	07
03 (10%)	10

Considerando que o padrão de brilho superficial do porcelanato técnico industrial indicado situa-se na faixa de 5 a 7 GU conforme medida instrumental padrão de reflexão especular (*Gloss Units*, GU), em que 0 GU representa um acabamento completamente opaco e 100 GU corresponde a um padrão altamente refletivo segundo a ISO 2813 [15] para materiais cerâmicos, onde os resultados indicaram que a prova com 5% de concentração do componente químico dispersante foi a mais adequada para a correção do defeito de “faixa de secagem” sem comprometer essa característica óptica essencial do produto final. A aplicação dessa concentração do dispersante promoveu a eliminação visual do defeito, ao mesmo tempo em que mantém o brilho superficial dentro da faixa de referência da massa base, preservando a qualidade visual do porcelanato técnico.

3.3. Propriedades técnicas

Adicionalmente, com o objetivo de verificar a ocorrência de possíveis efeitos adversos decorrentes da utilização do componente químico, foram realizados ensaios de resistência ao manchamento e resistência ao ataque químico tanto no material padrão quanto no material tratado com o dispersante de sais solúveis. Os resultados obtidos estão apresentados nas Tabela 3 e Tabela 4.

A resistência ao ataque químico expressa a capacidade da superfície cerâmica de manter suas características inalteradas quando exposta a determinadas substâncias químicas, enquanto a resistência ao manchamento está relacionada à facilidade de limpeza das placas cerâmicas. De acordo com a ABNT NBR ISO 10545-14 [12], superfícies cujas manchas podem ser removidas apenas com o uso de água são classificadas como classe 5, ao passo que aquelas nas quais não é possível a remoção das manchas, mesmo com a utilização de produtos de limpeza agressivos, são enquadradas como classe 1.

Tabela 3. Resistência ao ataque químico das amostras padrão e tratada com o dispersante de sais solúveis

Produtos Químicos	Classe amostra padrão	Classe Amostras com dispersante
Cloreto de amônio (100g/l)	UA	UA
Hipoclorito de sódio (20mg/l)	UA	UA
Hidróxido de potássio (30g/l)	ULA	ULA
Hidróxido de potássio (100g/l)	UHB	UHB
Ácido clorídrico (3%)	ULA	ULA
Ácido cítrico (100g/l)	ULA	ULA
Ácido clorídrico (18%)	UHA	UHA
Ácido Lático (5%)	UHA	UHA

Os resultados dos ensaios de resistência ao ataque químico (Tabela 3) demonstram que a aplicação do dispersante de sais solúveis não alterou o desempenho químico da superfície cerâmica, uma vez que o material tratado apresentou as mesmas classificações do material padrão para todos os agentes avaliados. Foram observadas classificações UA frente a cloreto de amônio e hipoclorito de sódio, ULA e UHB para hidróxido de potássio em diferentes concentrações, e ULA e UHA para os agentes ácidos, em função da severidade do ensaio. Esses resultados indicam que o uso do componente químico, nas condições estudadas, não compromete a resistência química do porcelanato técnico, mantendo o material dentro dos padrões exigidos para aplicação industrial.

Os resultados dos ensaios de resistência ao manchamento, apresentados na Tabela 4, indicam que tanto o material padrão quanto o material tratado com o componente químico apresentaram classe 5 para todos os agentes manchantes avaliados (verde de cromo a 40%, óleo de oliva e iodo alcoólico a 10 g/L). De acordo com a classificação normativa, a classe 5 corresponde à máxima facilidade de remoção das manchas, sendo possível a limpeza apenas com água quente, sem a necessidade do uso de agentes químicos adicionais. Esses resultados demonstram que a aplicação do dispersante de sais solúveis não compromete a resistência ao manchamento da superfície cerâmica, preservando o desempenho funcional e a qualidade superficial do porcelanato técnico nas condições estudadas.

Tabela 4. Resistência ao manchamento das amostras padrão e tratada com o dispersante de sais solúveis

Agentes manchantes	Classe amostra padrão	Classe Amostras com dispersante
Verde de cromo 40%	5	5
Óleo de oliva	5	5
Iodo alcoólico 10g/l	5	5

4. CONCLUSÕES

No presente estudo, foram conduzidos ensaios industriais sistemáticos com o objetivo de compreender e mitigar o defeito superficial denominado “faixa de secagem” em porcelanato técnico. A análise dos resultados permitiu concluir que a origem do defeito está diretamente associada ao contato da superfície das peças com os rolos metálicos do secador vertical operando em elevadas temperaturas, condição que favorece a migração e a concentração localizada de sais solúveis durante a etapa de secagem.

Verificou-se que a redução da temperatura dos rolos metálicos constitui uma estratégia eficaz para prevenir a ocorrência do defeito ainda na etapa de secagem. Adicionalmente, foram avaliadas alternativas para a correção do defeito já presente nas peças, as quais se mostraram eficientes do ponto de vista técnico; contudo, algumas delas implicaram efeitos colaterais indesejáveis, com potencial impacto na qualidade superficial e no desempenho do produto final.

Dentre as soluções analisadas, conclui-se que a aplicação de uma camada superficial de 20 g de uma solução contendo 5% de dispersante de sais solúveis em água apresentou o melhor equilíbrio entre eficácia e manutenção das propriedades do porcelanato técnico, promovendo a redistribuição dos sais concentrados na superfície, eliminando o defeito de “faixa de secagem” sem comprometer o brilho, a resistência ao manchamento ou a resistência ao ataque químico. Dessa forma, o procedimento proposto mostra-se tecnicamente viável e aplicável em escala industrial para o controle desse defeito em processos de fabricação de porcelanato técnico.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq e a CAPES e a todas as empresas que colaboraram direta ou indiretamente para o desenvolvimentodeste trabalho. Estendemos aos profissionais Claudino Paseto Rezin e Radamez Darós Darolt pelo apoio industrial.

REFERÊNCIAS

- [1] Sánchez E, García-Ten J, Sanz V, Moreno A, 2010. Porcelain tile: Almost 30 years of steady scientific-technological evolution. *Ceram. Int.* 36, 831–845. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2009.11.016>.
- [2] Pérez J M, Romero M, 2014. Microstructure and technological properties of porcelain stoneware tiles moulded at different pressures and thicknesses. *Ceram. Int.* 40, 1365–1377. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2013.07.018>.
- [3] Wang Y, Zhang L, Zhao X, Tang B, Yang W, 2025. Review of Research on Ceramic Surface Defect Detection Based on Deep Learning. *Electronics*. 14, 2365. <https://doi.org/10.3390/electronics14122365>.
- [4] Dong G, Sun S, Wu N, Chen X, Huang P, Wang Z, 2022. A rapid detection method for the surface defects of mosaic ceramic tiles. *Ceram. Int.* 48, 15462–15469. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2022.02.080>.
- [5] Mallol G, Mezquita A, Llorens D, Jarque J C, Sahún J, Valle F, 2002. Study of the drying operation of ceramic tile bodies in vertical dryers. In: VII Congr. Mund. La Calid. Del Azulejo y Del Paviment. Cerámico, Qualicer, Castellón - España, pp. 329–348.
- [6] Jarque J C, Cantavella V, Mallol G, Cabrera B, Gascón F, 2006. Medição Contínua em Tempo Real da Umidade de Revestimentos Cerâmicos na Saída do Secador Mediante Radiofrequência. *Cerâmica Ind.* 11, 10–16.
- [7] Jarque J C, Cantavella V, Segarra C, Silva G, Cabrera B, Gascón F, 2002. Behaviour of ceramic compositions on drying under industrial conditions. In: VII Congr. Mund. La Calid. Del Azulejo y Del Paviment. Cerámico, Qualicer, Castellón - España, pp. 365–384.
- [8] Oliveira A P N de, Hotza D, 2015. Tecnologia de Fabricação de revestimentos cerâmicos. 2a ed. Editora UFSC, Florianópolis, SC.
- [9] Zamek J, 2012. Soluble salts in clay. *Ceram. Tech.* 10–14.
- [10] Dondi M, Fabbri B, Guarini G, Marsigli M, Mingazzini C, 1997. Soluble salts and efflorescence in structural clay products: a scheme to predict the risk of efflorescence. *Boletín La Soc. Española Cerámica y Vidr.* 36, 619–629.
- [11] ABNT, 2020. NBR ISO 10545-13: Placas cerâmicas: Determinação da resistência química. 9 p.
- [12] ABNT, 2017. NBR ISO 10545-14: Placas Cerâmicas: Determinação da resistência ao manchamento. 8 p.
- [13] Verduch A G, Solana V S, 2000. Formação de Eflorescências na Superfície dos Tijolos. *Cerâmica Ind.* 5, 38–46.
- [14] Farias Filho B B, Lage M C S M, Lima R A M de, 2017. Estudo químico de eflorescências salinas do sítio arqueológico Toca Exú do Jurubeba do Parque Nacional Serra da Capivara, Piauí, Brasil. *Quim. Nova.* 40, 983–988. <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170100>.
- [15] ISO, 2014. 2813: Paints and varnishes — Determination of gloss value at 20°, 60° and 85°. 23 p.